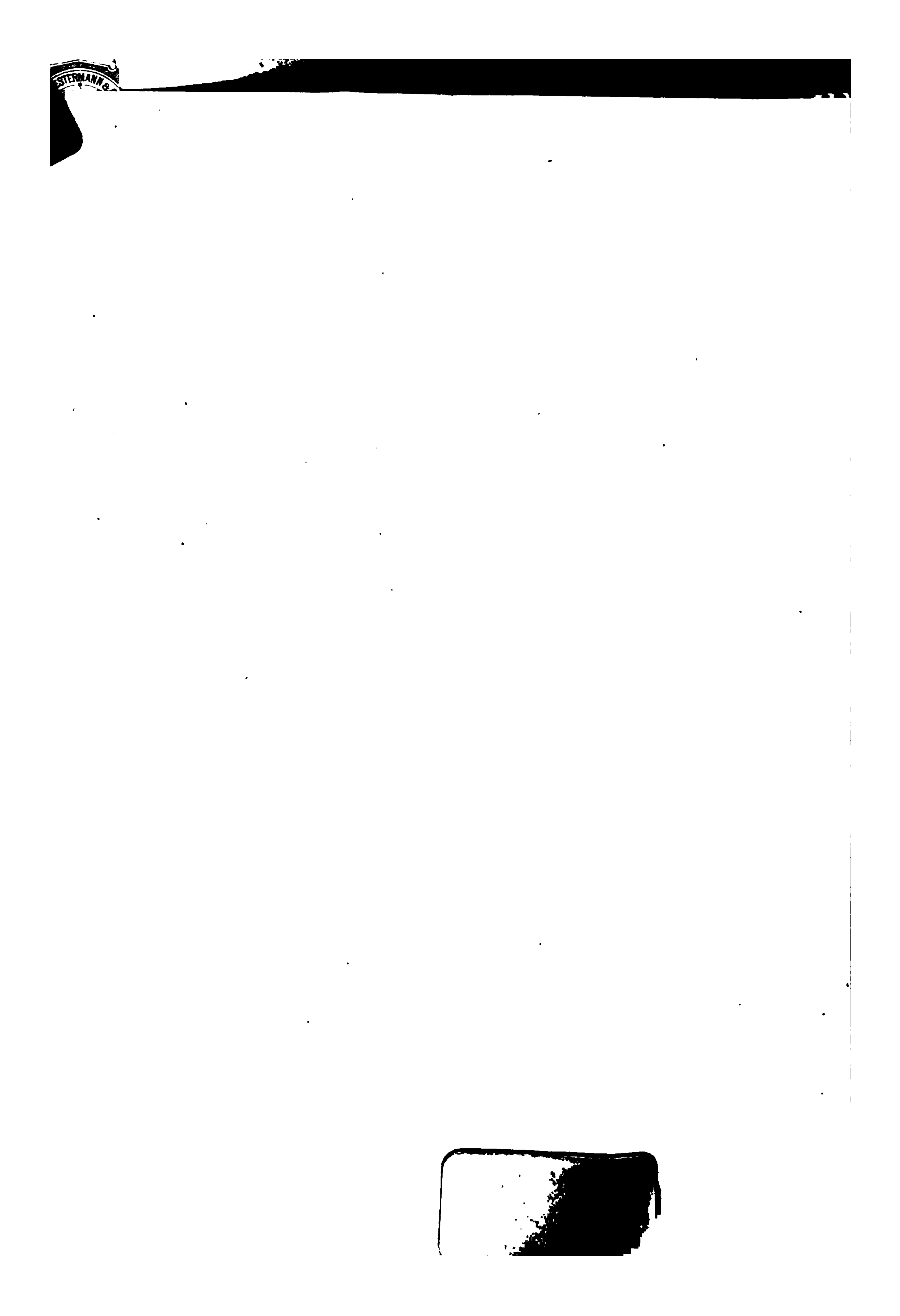



B. WESTERMANN & Co.
NEW-YORK
812 BROADWAY



e

EX

kürliche

B. MOHR

Beiträge

zur

Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.

HEFT 1.

Inhalt

Einleitung: Bewusstsein und Gehirn. — Willkürliche und unwillkürliche Vorstellungsverbindung.



FREIBURG I. B. 1889.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR

(PAUL SIEBECK).



Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Inhalt.

Vorwort.

Die Einleitung an der Spitze dieses Heftes will nicht nur in die heute veröffentlichten Arbeiten einführen, sondern die leitenden Gesichtspunkte für die meisten bisher in meinem Laboratorium ausgeführten und weiterhin geplanten Untersuchungen darlegen. In gleicher Weise mögen diese Zeilen nicht nur die vorliegenden Blätter, sondern das ganze Unternehmen befürworten und bevorworten, damit es den folgenden Heften erspart bleibt, jedesmal aufs neue den Reisepass vorzuweisen.

Die „Beiträge“ sollen in einer fortlaufenden Reihe einzelner Hefte psychologische Studien bringen, denen experimentelle Untersuchungen zu Grunde liegen. Der Versuch, auf experimentellem Weg unsere Kenntnis von den psychologischen und psychophysischen Thatsachen zu erweitern, bedarf heute nicht mehr der besonderen Begründung. Besonders hinweisen möchte ich dagegen auf die Grenzen, die ich für die „Beiträge“ festhalten will.

Die experimentellen Untersuchungen sollen p s y c h o l o g i s c h, n i c h t p h y s i o l o g i s c h sein. So wertvoll etwa Versuche am Tiergehirn für die Ausgestaltung der physiologischen Psychologie sind, so zweckmässig erscheint es mir, eine saubere Trennung zwischen solchen Experimenten festzuhalten, bei denen die Bewusstseinserscheinungen direkt zugänglich sind, und solchen, bei denen sie mit oft gewagten Hypothesen aus tierischen Aeusserungen erst erschlossen werden. In der

Regel soll nur von Versuchen ersterer Art unser Unternehmen berichten.

Die Studien wollen psychologisch, nicht metaphysisch sein. Die Einleitung bemüht sich, den prinzipiellen Problemen gerecht zu werden und darzulegen, in welchem Sinne die einzelnen Arbeiten zur Klärung erkenntnistheoretischer Grundfragen beizutragen vermögen. Die einzelne Untersuchung wird es dagegen vermeiden, immer wieder auf die letzten Fragen zurückzugehen; sie wird sich darauf beschränken, den Punkt zu zeigen, wo die spezielle Erörterung in eine allgemeinere Betrachtung einmündet.

Jeder Beitrag wird von neuen Experimenten ausgehen; rein theoretische Arbeiten, auch selbst solche, die an fremde Experimente anknüpfen, sollen nur ausnahmsweise eingereiht werden. Dagegen beabsichtige ich, mich sozusagen niemals auf die blosse Berichterstattung über die angestellten Versuche und Versuchsergebnisse zu beschränken. Einerseits kritische Erörterung älterer Arbeiten und abweichender Auffassungen, andererseits umfassender Ausblick auf die theoretischen Konsequenzen soll überall ergänzend hinzutreten.

Zu diesen inneren Beschränkungen des Unternehmens kommen äussere. Nur solche Arbeiten werden in den „Beiträgen“ veröffentlicht werden, welche ich selber ausgeführt habe. Der Kundige freilich weiss, dass psychologische Experimente in den seltensten Fällen von einer Person allein unternommen werden können; nicht davon also ist die Rede, dass ich die Versuche durchweg an mir selber angestellt hätte, im Gegenteil die eifrige Unterstützung zahlreicher Mitarbeiter war die notwendige Voraussetzung für die Mehrzahl der Untersuchungen. Dagegen ist jede in meinem Laboratorium ausgeführte Arbeit, bei der ich nur die Leitung ausgeübt, nicht persönlich mitgearbeitet habe, von den „Beiträgen“ ohne weiteres ausgeschlossen; desgleichen jede Untersuchung, an der ich vielleicht geholfen, deren Ausarbeitung ich aber einem der Mitarbeiter überlassen habe. Die „Beiträge“ sind also

kein zeitschriftenartiges Sammelbassin, für dessen vielleicht aus den verschiedensten Anschauungen geflossenen Inhalt ich nur die Verantwortung des Herausgebers trage, sondern ich allein bin der Autor jeder einzigen Zeile und es liegt mir gänzlich fern, die in den Arbeiten zum Ausdruck gebrachten Anschauungen den Herren unterzuschieben, die mir bei den Experimenten behilflich waren und behilflich sein werden.

Die Zahl der Arbeiten, die je ein Heft bringen soll, wird erheblich wechseln; jedes Einzelheft soll etwa zehn Bogen stark sein. Ueber die Zeitintervalle, in denen die Hefte sich folgen, kann ich naturgemäss nichts Sicheres vorausbestimmen. Da nicht jede Arbeit zu berichtenswerten Resultaten führt, vielmehr die mühsamsten Untersuchungen oft Ergebnisse bringen, die nur negativen Wert besitzen oder mit wenigen Worten dargestellt werden können, und da schliesslich das Interesse der Studierenden, auf deren Mithilfe ich angewiesen bin, ein unberechenbarer Faktor ist, so kann ich nicht versprechen, dass nicht zuweilen grössere Pausen im Erscheinen sich dazwischen schieben. Im allgemeinen hoffe ich jährlich etwa drei Hefte der Oeffentlichkeit übergeben zu können. Da Arbeiten über eine neue Grundlegung der Psychophysik, über Zeitsinn, Augenmass, Schwankungen der Aufmerksamkeit, Einheit und Umfang des Bewusstseins, über Lokalisation der Gehörsempfindungen, Bewegungseinübung und Schätzung der Tonintervalle, in ihrem experimentellen Teil schon abgeschlossen vorliegen, andere Arbeiten über Gefühlswirkung, Kopfrechnen u. s. w. im Gang sind, so reicht jedenfalls schon der bis jetzt vorhandene Stoff für die ersten vier Hefte aus.

Bezüglich der Hilfsmittel, mit denen wir arbeiteten und über die ich im einzelnen bei jeder Untersuchung referieren werde, schicke ich hier nur ein prinzipielles Wort voraus. Ich habe mich grundsätzlich bemüht, die Versuchsanordnung so einfach und übersichtlich zu gestalten, wie es mit der Anforderung an exakte Ergebnisse nur irgend zu ver-

einbaren ist. Mich leitete dabei der Wunsch, dass jeglicher möglichst leicht meine Experimente kontrollieren und ergänzen kann. Mehr nämlich als auf anderen Gebieten ist es in der Psychologie wünschenswert, dass die Versuche nachgeprüft werden, da individuelle Zufälligkeiten und vorgefasste Meinungen hier am schwersten zu eliminieren sind; andererseits ist in psychologischem Gebiet mehr als in anderen die Nachprüfung erschwert, wenn sie auf kostbare Instrumente angewiesen ist, da die Zahl der vollständig eingerichteten psychologischen Laboratorien in Europa noch immer nicht die Zahl der Grazien übersteigen dürfte.

Dass diesem Bestreben Grenzen gesetzt sind, versteht sich von selbst. So halte ich beispielsweise bei den zeitmessenden Versuchen jede Vereinfachung des komplizierten Instrumentariums für unangebracht; ich selbst muss mich schuldig bekennen, die bezügliche Technik durch Zufügung eines stromöffnenden Schlüssels mit fünfzig Tasten noch erschwert zu haben. Und noch nach einer anderen Richtung glaubte ich komplizierte Apparate nicht vermeiden zu dürfen, überall da nämlich, wo es galt, früher von anderer Seite angestellte Versuche zu kontrollieren. Durchweg habe ich in diesen Fällen genau dieselben Instrumente verwertet; speziell die im Leipziger Institut benutzten Zeitsinnapparate, Komplikationsapparate und viele andere habe ich von demselben Mechaniker bezogen, der sie dorthin geliefert hat.

Schliesslich kann ich nicht leugnen, dass, wenn die angestrebte Einfachheit des Verfahrens sich zuweilen auch auf die räumliche Anordnung erstreckte, ich mehr der Not als dem eigenen Triebe gehorchte. Gerade in dieser Beziehung kann sich ja selbstverständlich ein Laboratorium, das völlig auf eigenen Füssen steht, nicht mit einem vom Staat getragenen Universitätsinstitute messen. So hat es sich in Leipzig neuerdings als zweckmässig erwiesen, bei Reaktionsversuchen die beiden beteiligten Personen in zwei weit von einander entfernten Räumen unterzubringen, die in telegraphi-

scher Verbindung stehen; es wird dadurch mancherlei Störung des Reagierenden vermieden. Ich musste zu meinem Bedauern auf solche Anordnung verzichten.

Uebrigens kann ich zufügen, dass den Nachteilen meines Verfahrens auch Vorteile gegenüberstehen und zwar Vorteile für die Ausbildung der Mitarbeiter. Jede räumliche Trennung der an einem Versuch beteiligten Personen macht die unerlässliche Arbeitsteilung zur Ursache wachsender Einseitigkeit; jeder sieht nur eine Hälfte der Versuche und verliert dadurch mehr als wünschenswert den einheitlichen Ueberblick über das Ganze. Für die Arbeit kann das nützlich sein, für die Arbeitenden ist es jedenfalls bedenklich, und gerade die Instruktion der letzteren scheint mir wichtig, wenn unsere junge Disziplin wirklich organisch fortschreiten soll. So hat denn auch niemand längere Zeit in meinem Laboratorium gearbeitet, der nicht entweder an einem, die gesamte Psychologie umfassenden Demonstrationskursus teilnahm, oder wenigstens gelegentlich für die wichtigeren Versuche die experimentelle Praxis kennen lernte. Vorläufig möchte ich schon hier den Herren A. Thumb, F. Hausdorff, H. Rothacker, H. Mayer, H. Rieger, F. Kalchthaler meinen Dank aussprechen für den Eifer, mit dem sie an mühevollen Untersuchungen teilgenommen; zahlreiche andere Studierende der hiesigen Universität, die mir vorübergehend wissenschaftliche Hilfe geleistet haben, werde ich, dankend zu erwähnen, bei den einzelnen Arbeiten Gelegenheit finden.

Nur eines noch ist, an der Schwelle des neuen Unternehmens auszusprechen, mir innerstes Bedürfnis. Mannigfache Arbeiten, und nicht am wenigsten die des vorliegenden Heftes, wenden sich gegen die Ausführungen von Wundt. Das zu vermeiden ging nicht an. Wundt hat das gesamte Gebiet der experimentellen Psychologie so eingehend behandelt, dass fast jede neue Arbeit entweder seinen Untersuchungen beistimmen muss, in welchem Falle eine Publikation mehr oder weniger überflüssig sein dürfte, oder aber

ihnen zu widersprechen genötigt ist. So möchte ich denn wenigstens den polemischen Ausführungen gegen Wundt die Bitte beifügen, dass man nach denselben zugleich die Bedeutung bemessen möge, die ich den psychologischen Arbeiten dieses Philosophen beilege, dem ich in der Ausbildung eigener psychologischer Ansichten am meisten verdanke. Auch im Kampfeseifer bleibe ich dankbar mir bewusst, dass die besten Waffen, die ich gegen ihn trage, er selber mir geschmiedet hat.

Freiburg i. B. April 1889.

Hugo Münsterberg.

Einleitung.

I.

Die Psychologie, als Lehre von den Bewusstseinserscheinungen, führt ihre hervorragenden Fortschritte der letzten Jahrzehnte mit Recht auf die völlige Umwandlung ihrer Methode zurück. Selbstbeobachtung galt früher als das einzige Mittel, um das Leben der Seele zu ergründen, ohne dass die Fehlerquellen berücksichtigt wurden, die einerseits daraus entstanden, dass der Beobachter zugleich das beobachtete Objekt war, andrerseits daraus, dass unabsichtlich die Lücken jeglicher Beobachtung sich mit den die Seele beherrschenden Vorstellungen, mit vorgefassten Ideen ausfüllen, die bei der Arbeit des sich selbst beobachtenden Psychologen reichlich aus den metaphysischen Spekulationen zu strömen pflegten. Heute sind wir gewohnt, das Experiment im Mittelpunkt psychologischer Diskussion zu erblicken, mit künstlichen Hilfsmitteln genau kontrollierbare Bedingungen für das Auftreten der Bewusstseinserscheinungen herzustellen und nur die exakt feststellbaren Resultate solchen Versuchs als feste Stützen theoretischer Betrachtung anzuerkennen.

Selbst das reiche Material von Geistesprodukten und psychisch bedingten Lebensformen aus dem individuellen und socialen Dasein, aus der ontogenetischen und phylogenetischen Entwicklung, alles wird von der modernen Psychologie durch vergleichende Betrachtung und durch Feststellung der vari-

ablen Elemente gegenüber den konstanten derart geordnet, dass es gleichsam als unendliche Reihe von Experimenten der Natur verwertet wird. Die Ueberzeugung von der Notwendigkeit des psychologischen Experimentes hat sich in der That überraschend schnell verbreitet und hat schon längst auch solche Kreise erfasst, welche durch ihre sonstigen Interessen hinlänglich vor dem Verdacht bewahrt sind, dass sie etwa aus mangelnder Uebung in den spezifisch philosophischen Methoden die in der Naturwissenschaft wertvollen Hilfsmittel schablonenhaft einem anderen Gebiete aufzwingen, das bei erkenntnistheoretischer Würdigung seines Wesens und seiner Grenzen vielleicht ganz andere Werkzeuge zu seiner Durcharbeitung erheischte. Wahrlich, wenn die Psychologie noch heute sich beklagen will, so kann sie es wohl darüber, dass zu wenig experimentiert wird und somit die Erörterung vorläufig noch viel zu kleine experimentelle Unterlage findet, vor allem die Versuchsergebnisse noch viel zu wenig durch wechselseitige Kontrolle in Nachversuchen geklärt sind, keinesfalls aber darüber, dass ihren zahlenmässigen Experimentalergebnissen zu wenig Berücksichtigung gezollt wird.

So erfreulich nun dieser Sieg der mühsamen Untersuchung über die beschauliche Selbstbetrachtung ist, so bedenklich sind doch die gerade dadurch nahegelegten Gefahren. Nicht diejenigen Mängel habe ich dabei im Auge, die sich aus den Fehlerquellen der Versuchsanordnung ergeben; fortschreitende Bemühungen werden da zweifellos etwaigen Uebelständen Abhilfe schaffen. Wichtiger ist ein anderes. Wenn das Interesse sich immer mehr auf die ziffermässige Feststellung des Resultates konzentriert, so gleitet die Aufmerksamkeit naturgemäss gar zu flüchtig über diejenigen Faktoren des Ergebnisses hinweg, auf welche die Ziffern sich beziehen. Die Zahlen für sich allein haben ja natürlich gar keinen Wert; nur die benannte, die möglichst klar und eindeutig benannte Zahl kann wissenschaftlich Bedeutung gewinnen, und doch liegt die Gefahr so nahe, Zahlen zu sammeln und Zahlen in

ihren Verhältnissen zu prüfen und Zahlen zu erklären, ohne ernstlich die wichtigste Vorfrage zu erledigen, was jene Zahlen eigentlich bedeuten sollen, und für welche psychologischen Vorgänge sie eigentlich ein Mass sind. Welche Menge von exakt festgestellten Zahlen ist beispielsweise bei der Prüfung des sogenannten Zeitsinnes gewonnen worden, und doch hat keiner der Experimentatoren sich ernsthaft mit der Frage beschäftigt, welcher psychologische Vorgang durch jene Zahlen überhaupt gemessen wird.

Zu verwundern ist es ja nicht, dass nach unfruchtbaren Perioden spekulativer Selbstergründung die moderne Wertschätzung der zahlenmässigen Versuchsergebnisse zunächst zu einer Ueberschätzung derselben geführt hat oder richtiger zu einer Unterschätzung derjenigen aus der Selbstwahrnehmung zu schöpfenden Elemente, welche notwendig zu der Zahl hinzutreten müssen, wenn dieselbe zum Ausdruck für die Grössenverhältnisse eines wirklichen Thatbestandes werden soll. Wir dürfen nie vergessen, dass, wenn es von irgend einer Sprache gilt, sie sei geschaffen, um die Gedanken zu verbergen, es vornehmlich von der Sprache der Ziffern Geltung hat und dass, wo Begriffe fehlen, sich eine Zahl noch leichter zur rechten Zeit einstellt als ein Wort. Soll der Nutzen der experimentellen Methode nicht paralysiert werden durch den verwirrenden Schaden, den die Vieldeutigkeit der unbenannten Zahlen mit sich bringt, so muss jedem Versuch eine ganz eingehende Erwägung darüber vorausgehen, was die zu erlangenden Zahlen eigentlich besagen können und sollen, und vor allem muss der Experimentierende, aus dessen psychischen Erlebnissen die Zahlen entnommen sind, durch möglichst getreue Erinnerungswiedergabe des erlebten Bewusstseinsvorganges dem Ziffernskelette erst Fleisch und Blut geben. Kurz, über dem ungeheuren Fortschritt, den die experimentelle Methode in der Psychologie begründet, darf nicht vergessen werden, dass schliesslich die Selbstwahrnehmung und auf Selbstwahrnehmung gestützte Erwägung doch die eigent-

liche Grundlage bleiben muss, ohne welche die grössten Zahlenreihen nur scholastisches Beiwerk wären; dass diese Anschauung nie bestritten wurde, dass sie vielmehr stets als stillschweigende Voraussetzung gegolten, ist selbstverständlich, nur ist der Schritt vom Stillschweigen zum Vergessen so überaus klein.

Diese Ueberzeugung wirkte bestimmend auf die Form ein, in der ich die Arbeiten aus meinem Laboratorium der psychologischen Diskussion zu übergeben beabsichtige. Die Arbeiten sind ihrer Methode nach durchaus experimentell, in ihren zahlenmässigen Ergebnissen ruht ihr etwaiger Wert und dennoch will ich der Darstellung unserer Versuche und Versuchsergebnisse absichtlich weder das erste noch das letzte Wort lassen. Der gesamte Arbeitscomplex wie jede einzelne Untersuchung soll vielmehr durch theoretische, auf Selbstwahrnehmung und methodologische Prinzipien gestützte Erwägungen eingeleitet und in ihren Verzweigungen verfolgt werden. Es liegt mir alles daran, vollständige Klarheit darüber zu gewinnen, was die Zahlen, die ich ermittelt, zu bedeuten haben und was sie für das Verständnis der Bewusstseinserscheinungen überhaupt zu leisten vermögen. Diese theoretischen Betrachtungen sind es auch, die mich veranlassten und weiter veranlassen werden, nicht willkürlich dieses und jenes weniger bearbeitete Thema herauszugreifen, sondern ganz bestimmte Untersuchungen zu beginnen, von denen sich von vornherein besonders wichtige Fingerzeige für die Erklärung der psychischen Thatsachen erwarten lassen und innerhalb dieser Grenzen wieder bestimmte Versuchsanordnungen zu bevorzugen. Weit entfernt also, nur zahlenmässiges Material für allerlei, bunt zusammengewürfelte Probleme aufzuhäufen, sind die Untersuchungen vielmehr durchgängig in den Dienst einiger leitenden Ideen gestellt, die, in ihrer Richtung freilich von vornherein durch gelegentliche Experimente bestimmt, doch im allgemeinen rein theoretischen Ueberlegungen ent-

stammen. Den Versuchsergebnissen ist damit in keiner Weise präjudiziert; die Zahlen erhalten dadurch zwar von vornherein ihre eindeutige Bestimmung, aber erst das Experiment lehrt, ob sie meine, zum Versuch anregenden, Auffassungen widerlegen oder bestätigen. In jedem Falle durfte und darf ich künftig bei so absichtlich zugespitzten Fragen Antwort auf einige Grundprobleme erwarten, und diese Antwort muss um so überzeugender werden, je mannigfacher die Wege, auf denen ich sie suche, je unwahrscheinlicher also ein zufälliges Zusammentreffen im Falle übereinstimmender Ergebnisse ist.

In jenen theoretischen Erwägungen liegt somit selbstverständlich die Voraussetzung für die in den folgenden Heften beschriebenen Versuche, für ihre Auswahl, für ihre Richtung, für ihre experimentelle Anordnung und für ihre Deutung.

Ob jene Erwägungen berechtigt oder unberechtigt waren, ist zunächst eine sekundäre Frage; das wird vielleicht sich bei der Erörterung dieser oder jener Versuchsergebnisse herausstellen, vorläufig handelt es sich nur darum, welche Erwägungen es waren, die mich thatsächlich zu den bestimmten Versuchen führten. Da, wie gesagt, in jenen Selbstbesinnungen der Schlüssel für die Auswahl und Anordnung der Experimente liegt, so muss jedenfalls meine erste Aufgabe die sein, kurz und, ich möchte sagen, rein historisch zu verfolgen, was mich zu jenen Problemen geführt und was ich von ihrer experimentellen Prüfung erfahren wollte. Es kommt hier also nicht darauf an, ob ich beim Beginn der Experimente die Dinge richtig oder falsch gesehen, ob ich meine damalige Auffassung heute noch, nachdem ich eine grössere Serie prüfender Versuche schon angestellt, noch vertreten kann oder nicht und ob ich den Stand der Fragen wirklich begriffen hatte oder die Schwierigkeiten, die ich zu sehen glaubte, vielleicht nur selbst hineingetragen hatte; lediglich darauf kommt es an, dass der Weg, der mich zu jenen Aufgaben führte, für jeden klar erleuchtet wird, der die behandelten Fragen ebenfalls von einem Punkt aus überblicken will. Es versteht sich

von selbst, dass, sobald einmal die einzelne Frage aufgeworfen war, die experimentelle Durchführung von den hinführenden Anschauungen völlig unbeeinflusst blieb, so dass derjenige, welcher diesen Erwägungen ablehnend gegenübersteht, in jeder einzelnen Arbeit das objektiv gewonnene, empirische Material leicht von den Erörterungen ablösen kann, zumal nicht jede der ausgeführten oder begonnenen oder geplanten Untersuchungen dem zentralen Grundgedanken gleich nahe steht. Die Einleitung der Einleitung kann ich also mit der Fragestellung abschliessen: welche theoretischen Erwägungen wurden bestimmend für die Auswahl und Versuchsanordnung der später darzustellenden Experimente?

II.

Wahrlich, nicht metaphysische Spekulationen schwebten mir vor, wenn jede Betrachtung über die Voraussetzungen psychologischer Versuche mich immer wieder zu der Grundfrage führte, wie Körper und Seele, Bewusstseinsvorgang und Gehirn zusammenhängen. In der Grenze empirischer Thatsachen muss, so schien es mir, zu diesen Verhältnissen irgendwie Stellung genommen sein, wenn die zahlenmässigen Versuchsergebnisse wirklich klare, eindeutig bestimmte Antworten enthalten sollen, widrigenfalls solche Zahlen die begrifflichen Schwierigkeiten mehr verdecken als lösen. Dass solche Stellungnahme nicht im Sinne eines metaphysischen Dogmas geschehen darf, kann demjenigen nicht zweifelhaft sein, der den Standpunkt der Spezialwissenschaft jemals mit dem höheren der philosophischen Erkenntnistheorie vertauscht hat; er weiss, dass selbstverständlich auch die Körperwelt uns nur als Bewusstseinsthatsache gegeben ist, dass physische und psychische Welt nur deshalb in zwei getrennte Systeme sich für uns sondern, weil seelische Antriebe uns nötigen, unseren Vorstellungsinhalt bald auf ein Substrat zu beziehen, das nur in den Lageverhältnissen wechselnd gedacht wird, bald auf ein

Innenwesen unräumlicher Art. Wer der allerletzten Wahrheit nachgehen will, weiss also das eine sicher, dass er dieselbe niemals auf dem Wege findet, der mit der Frage beginnt: wie hängen Körper und Seele zusammen? Sein Ausgangspunkt kann vielmehr lediglich die Thatsache sein, dass nur Bewusstseinsvorgänge, keine Körper uns gegeben sind, die Untersuchung sich also zunächst darauf richten muss, wie es kommt, dass wir zur Vorstellung einer Körperwelt und einer Seelenwelt gelangen. Er wird dann freilich bald an die Grenze wissenschaftlicher Erkenntnis geführt sein, um entweder mit positivistischer Exaktheit dieselbe anzuerkennen oder mit religiösem Gemüt und poetischer Phantasie sich über dieselbe unwissenschaftlich hinwegzusetzen und spekulativ einen anschaulichen Urgrund für jene Körper und Geist umfassenden Vorstellungsreihen hinzuzuergänzen.

Ist damit aber das Problem, wie Gehirn und Bewusstsein zusammenhängen, irgendwie aus der Welt geschafft? Hat die Fragestellung ihre Berechtigung verloren, weil wir erkennen, dass sie metaphysisch bedeutungslos ist? Keineswegs! Die positiven Spezialwissenschaften, wie die Physiologie und die Psychologie und demgemäss, als Lehre von den Beziehungen zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen, die Psychophysik, sie haben sich alle um jenes metaphysische Schlusswort menschlicher Erkenntnis im Verfolg ihrer speziellen Aufgaben überhaupt nicht zu kümmern. Die Naturwissenschaft hat die Körperwelt als das gegebne Objekt zu betrachten, dessen Wirklichkeit für sie selbstverständliche Voraussetzung ist; sie hat nicht zu fragen, wie die Vorstellung des Körpers, des Raumes, der Materie, der Bewegung entsteht, und ebensowenig hat die Geisteswissenschaft den Bewusstseinsinhalt erst wieder auf seine erkenntnistheoretischen Voraussetzungen zu prüfen. Solange aber eine Naturwissenschaft die körperlichen Vorgänge als solche betrachtet, beschreibt und erklärt, und eine Geisteswissenschaft die psychischen Objekte behandelt, so lange wird die Frage eine

Antwort verlangen, wie jene beiden Objektreihen miteinander verbunden sind.

Aber grade deshalb, weil erkenntnistheoretische Würdigung uns zu der Ueberzeugung führt, dass solche Antwort nicht Wiedergabe einer metaphysischen Wirklichkeit sein kann, dass Körper und Seele im absoluten Sinn überhaupt nicht existieren, es sich also nur darum handeln kann, eine Hilfsvorstellung von relativer Richtigkeit zu schaffen und dadurch das menschliche Bedürfnis nach einheitlicher Erkenntnis zu befriedigen: eben deshalb gewinnt die Aufgabe selbst einen ganz anderen Charakter. Es handelt sich bei ihr nicht so sehr um theoretisches Erkennen, als um ein praktisches Hilfsmittel, zwei ganz gesonderte Reihen wissenschaftlicher Erfahrungen in einer, sie gemeinsam umfassenden Hypothese widerspruchslos zu vereinigen. Es fragt sich also eigentlich nicht, welches die richtigste Vorstellung vom Zusammenhang zwischen Körper und Seele ist, sondern welche die beste, die geeignetste, fast möchte ich sagen, die bequemste ist. Jede einzige hypothetische Vorstellung erfüllt hier somit ihre Aufgabe, wofern sie nur das eine leistet, um dessenwillen sie überhaupt gesucht wird, nämlich den gesamten Thatsachenkreis, den die Naturwissenschaft für die körperlichen Vorgänge und den die Geisteswissenschaft für die psychischen festgestellt hat, in eine einheitliche, in sich widerspruchslose Gesamttheorie zu vereinigen; sie darf keine Thatsachen aus einem der beiden Gebiete ignorieren, im übrigen hat sie freies Spiel, beschränkt natürlich durch die allgemeinen methodologischen Gesichtspunkte, dass jede Hypothese so einfach wie möglich sein soll, möglichst wenig hinzuergänzen und möglichst fruchtbar sein muss für die Auffindung neuer Thatsachen.

Dass eine solche gemeinsame Vorstellung nötig ist, nicht also beide Gebiete in jener Isolierung verharren dürfen, in der sie sich den mechanischen und den psychologischen Untersuchungen darbieten, deren erstere nur Körper, gar kein Be-

wusstsein, die letztere nur Bewusstsein, gar nichts Materielles in ihrem Gesichtskreis vorfindet: das resultiert schon aus jenen unkritischen, nicht selten in die Wissenschaft verschleppten provisorischen Hypothesen des praktischen Lebens. Auch sie suchen sich mit der Thatsache abzufinden, dass den körperlichen Reizvorgängen seelische Empfindungen entsprechen und den seelischen Willensimpulsen körperliche Gliederbewegungen folgen. Indem jene populären Theorien das Verhältnis sich meist so vorstellen, als wäre die Seele in einem Punkte des Gehirns und würde hier einerseits durch die Körpervorgänge alteriert, und könnte andererseits, wenn es ihr geeignet scheint, durch den blossen Willen dem Körper einen Anstoss zur Bewegung geben, so erfüllen auch sie vollkommen ihre Aufgabe, diejenigen physischen und psychischen Vorstellungen zu verknüpfen, die in dem vulgären Gesichtskreis des täglichen Lebens liegen. Dass auch diese heute landläufigen Theorien nicht so selbstverständlich sind, ist ja bekannt; auch sie mussten langsam durch die Arbeit philosophischer Denker errungen werden. Ebenso bekannt aber dürfte es sein, dass jene Theorien heute nicht mehr ausreichen, sobald der Gesichtskreis erweitert wird, sobald zu denjenigen physischen und psychischen Daten, die schon das Kind kennt, noch diejenigen treten, welche erst bei eingehenderer Untersuchung sich in den Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften ergeben.

Jene Hypothesen vernachlässigen, um nur eines von vielem hervorzuheben, denjenigen Kreis physischer Erscheinungen, der die unbedingte Gültigkeit des materiellen Kausalgesetzes beweist; sie vergessen also, dass jede physische Erscheinung durch vorausgehende physische Erscheinungen kausal begründet sein muss und somit einfach physische Daten ignoriert werden, wenn die gewollte Gliederbewegung, die als Muskelkontraktion ja völlig körperlich ist, nicht aus körperlichen Vorgängen erklärt werden kann, vielmehr auf psychsische Ursachen zurückgeführt wird. Dasselbe gilt natürlich, wenn

jene Hypothese etwas wissenschaftlich aufgeputzt wird, die Seele etwa auf ein bestimmtes Gebiet der Gehirnrinde den erregenden Anstoss aussendet; auch hier ist die Erregung des betreffenden Centralteiles physisch nicht bedingt, ein Wunder ist statuiert, genau wie in der bescheideneren Form jener Hypothesen. Es ist also unbedingt notwendig, nach neuen Hilfsvorstellungen zu suchen, welche auch diesen Thatsachen des physischen Kausalzusammenhanges wie allen übrigen physischen und psychischen, uns bekannten Daten gerecht werden. Dass an dieselben nicht der Anspruch erhoben werden kann, eine für alle Zeit gültige Hypothese darzustellen, das ist ja klar; auch sie wird, wenn neue Thatsachen auf einem der beiden beteiligten Gebiete entdeckt werden, sich diesen anpassen oder, wofern das unmöglich, verworfen und durch neue ersetzt werden müssen. Wenn sie nur alle die Thatsachen berücksichtigt, welche die Wissenschaft heute feststellt, so hat sie ihre relative Wahrheit, die uns genügen muss und die wir nicht entbehren können. Auch die naheliegende Vorstellung, dass der Zusammenhang beider Erscheinungsreihen von einem schöpferischen Weltgeist vorher ersonnen und geschaffen ist, kann uns nicht genügen, da die Schwierigkeit des Problems nur weiter zurückgeschoben ist und jener weltschaffende Intellekt ein viel schwereres psychophysisches Rätsel ist als das Gehirn des Individuums.

Wenn die physischen und psychischen Erscheinungen nun aber einerseits zusammenhängend gedacht werden müssen, andererseits ihr Zusammenhang nicht prästabiliert angenommen werden kann, so bleiben nur zwei Möglichkeiten übrig. Entweder ist der Ablauf der psychischen Erscheinungen die Bedingung für das Auftreten der physischen, oder umgekehrt die physischen folgen ihrem eignen Gesetz und die psychischen sind von ihnen abhängig.

Ich habe an anderer Stelle, in meiner Schrift über die Willenshandlung, nachzuweisen versucht, dass jene erstere, die spiritualistische Hilfsvorstellung keinesfalls den praktischen

Anforderungen an die Hypothese entspricht. Das einzige, was sie mühelos erklären würde, wäre der Erscheinungskomplex der gewollten Körperbewegung, der in der That keine Schwierigkeiten mehr bereitet, sobald der psychische Vorgang als direkte Bedingung des physischen vorgestellt wird. Alles übrige bliebe nicht nur unerklärt, sondern unerklärbar. Die dort ausgeführten Argumente lassen sich dahin zusammenfassen, dass die psychischen Erscheinungen fortwährend Lücken, wie etwa im Schlaf aufweisen, während die physischen trotzdem weiter ablaufen; dass aus dem seelischen Inhalt wohl Erinnerungen und Denken, nicht aber neu auftauchende Wahrnehmungen zu erklären wären, jede Wahrnehmung also etwas neues Unberechenbares sein müsste, während die der Wahrnehmung entsprechenden körperlichen Vorgänge der Voraussage theoretisch vollkommen zugänglich sind, ihre Erscheinungsreihenfolge also von der Seele unabhängig sein muss. Ausserdem würde, solange wir den Seeleninhalt auf das uns wirklich psychisch Gegebne beschränken, der Kreis der seelischen Erscheinungen so klein bleiben, dass die parallel laufenden, durch den psychischen Inhalt bedingten körperlichen Erscheinungen nur einen verschwindend kleinen Bruchteil der Welt ausmachen. Wenn wir dagegen in gewagter Hypothese den Seeleninhalt selbst zeitlich und räumlich so unbegrenzt vorstellten, dass jedem Molekül der Welt eine Empfindung entspräche, ein Vorstellungsreichtum unserer Seele, von dem unserem Bewusstsein nur ein winziger Teil zugänglich wäre, so könnten wir aus parallel gehenden Körpererscheinungen wohl die materielle Welt, niemals aber das Vorhandensein eines anderen, fremden Bewusstseins erklärlich machen; wir wären in unfruchtbarem Solipsismus festgehalten. Eine konsequente spiritualistische Theorie ist psychophysisch einfach unmöglich; sie muss unwillkürlich fortwährend in jene populären Theorien zurückfallen, welche an der physischen Kausalität festhalten, bis zu dem Moment, wo der Reiz physisch wirkungslos in das immaterielle Nichts überspringt, um

dort Empfindungen zu erzeugen oder aus jenem physischen Nichts der Willensimpuls hervorbricht, um eine physisch ursachlose Bewegung hervorzurufen, während andererseits die Seele alles aus sich selber schafft, nur auch in ihrer Kausalität durch neu eintreffende Ladungen körperlicher Reize fortwährend unterbrochen wird und im übrigen sich um den Körper nicht kümmert, bis sie etwas will.

So drängt thatsächlich jede wissenschaftliche Erwägung zu der, für die Sinneswahrnehmungen längst allgemein acceptirten Annahme, die allein noch übrig bleibt: die physischen Erscheinungen laufen ausnahmslos gesetzmässig ab und sind die Bedingung für das Auftreten der psychischen. Die Reihenfolge der Bewusstseinsthatsachen wäre demnach bestimmt durch den Ablauf körperlicher Prozesse; die psychischen Akte wären isolierte Erscheinungen, deren jede einzelne durch einen physischen Vorgang bedingt wird. Da das praktische Bedürfnis einer, beide Thatsachenreihen umfassenden Gesamtvorstellung durch den rein logischen Ausdruck, die eine sei die Bedingung der anderen, nicht so befriedigt wird wie durch ein anschauliches Bild, so können wir künftig auch in diesem Sinne sagen, die physische Erscheinung sei gewissermassen die Innenseite der psychischen und fassen dann die Theorie so zusammen, dass die materiellen äusserlichen Vorgänge dem physischen Kausalgesetz unterliegen und gewisse dieser Vorgänge eine dem Bewusstsein zugängliche Innenseite haben. Darin liegt schon eine Erklärung für alle jene, vom Standpunkt der spiritualistischen Theorie unerklärlichen Thatsachen; so ist ohne Schwierigkeit anzunehmen, dass es viele bewusste Geister gibt, weil die Bedingung überall vorhanden, wo gewisse körperliche Substrate vorhanden sind; ebenso muss das Bewusstsein zeitweilig erlöschen, wenn die Vorgänge ruhen, und anderes mehr.

III.

Gleich hier sei ein wichtiger Punkt berührt, der meist übersehen wird. Während jene spiritualistische Theorie das physische Kausalgesetz geradezu durchbricht und damit aufhebt, wird durch unsere phychophysische Theorie das psychologische Kausalgesetz durchaus nicht beeinträchtigt, geschweige aufgehoben. Man muss sich nur vergegenwärtigen, was das Kausalgesetz, auf physischem und psychischem Gebiet, zu leisten vermag, und was es überhaupt bedeutet. Das Kausalgesetz ist ja nicht Ausdruck einer Beobachtung, sondern Ausdruck eines Postulates; die Behauptung, dass alles physische und psychische Geschehen dem Kausalgesetz unterliegt, bedeutet lediglich, dass wir die körperliche und geistige Welt, wenn wir ihre Vorgänge erklären wollen, nicht anders denken können, als unter der Voraussetzung, dass jede physische Erscheinung eine physische Ursache, jede psychische Erscheinung eine psychische Ursache hat und wir somit, wenn überhaupt eine Erklärung möglich sein soll, das Vorhandensein dieses Verhältnisses von vornherein annehmen müssen. Während wir somit an die erklärende Arbeit in Geistes- und Naturwissenschaft mit der Ueberzeugung gehen, ein wirklich bestehendes Kausalverhältnis klarzulegen, besteht unsere Arbeit thatsächlich darin, die Thatsachen solange zu ergänzen und zu zerlegen, bis sie sich einer kausalen Betrachtung fügen. Diese kausale Betrachtung verlangt aber weiter nichts, als dass wir die physischen Vorgänge anschaulich verfolgen und die psychischen in unserem Bewusstsein nacherzeugen können, dass wir, mit anderen Worten, beide uns widerspruchslos vorstellen können; eine darüber hinausgehende, in das Innere des physischen oder psychischen Prozesses eindringende Erklärung liegt weder in der Absicht noch in der Möglichkeit der Kausalbetrachtung. Nur wer dieses verkennt und gleichzeitig sich einbildet, dass er wirklich in seiner Seele die

inneren Kräfte kenne, welche die Vorstellungen in das Bewusstsein drängen und aus demselben vertreiben, welche auf dieses Gefühl gerade diesen Willensakt, auf jene Wahrnehmung gerade jenes Gefühl folgen lassen, nur der kann die Würde seines Selbstbewusstseins beleidigt fühlen, wenn ihm die Hilfsvorstellung zugemutet wird, dass die psychischen Akte durch die physischen bedingt werden und nicht die physischen durch die psychischen.

Wer sich deutlich vergegenwärtigt hat, dass die Bedingungen für das Auftreten der Erscheinungen uns an sich völlig unbekannt sind und auch dann unbekannt bleiben, wenn wir sie, um den abstrahierten Zusammenhang regelmässiger Erscheinungsreihenfolgen anschaulich zu machen, auf treibende Kräfte der Materie oder der Seele zurückführen: der wird erkennen, dass die Bedeutung und der Wert des seelischen Lebens weder durch die eine Hypothese gehoben, noch durch die andere vermindert wird, sondern dass lediglich der Gesichtspunkt theoretischer Verdeutlichung und Vereinigung des Thatsachenkomplexes massgebend sein darf. Am wenigsten aber wird er sich in der Entscheidung zwischen den beiden charakterisierten psychophysischen Hypothesen durch jene psychologische Eigentümlichkeit beeinflussen lassen, der sich mancher schwer entzieht; ich meine jene Eigentümlichkeit, dass, wenn ein Wort doppelte Bedeutung hat, der Gefühlston sich nicht so sehr der Bedeutung, als dem Wortlaut associiert, derart, dass die Gefühle, welche die Auffassung des Wortes in dem einen Sinn begleiten, sich nun auch dort an dasselbe heften, wo es in seiner anderen Bedeutung gedacht wird. Nur so nämlich lässt es sich erklären, dass jene theoretische Hypothese, welche die Reihenfolge derjenigen Erscheinungen, die wir auf ein materielles Substrat projizieren, als die Bedingung derjenigen Erscheinungen auffasst, welche wir auf ein psychisches Subjekt beziehen, und welche somit unter gewissen erkenntnistheoretischen Voraussetzungen als psychophysischer Materialismus bezeichnet werden darf, bei manchem

sofort alle diejenigen Gefühlsbeziehungen auslöst, welche sich auf jenen praktischen Materialismus beziehen, der eine bestimmte, auf sinnlichen Genuss basierte Lebensauffassung bezeichnet. In widersinnigster Weise gilt daher auch jener psychophysische Materialismus als unwürdig, als verächtlich, eventuell auch als gefährlich, während die spiritualistische Auffassung, derzufolge jene auf das psychische Subjekt bezogenen Erscheinungen in ihrer Reihenfolge bestimmend gedacht werden für die auf das körperliche Substrat bezogenen, auf Grund ähnlicher Wortverwechselung für ideal, für erstrebenswert, für sittlich wertvoll gilt. Thatsächlich, wie gesagt, ist eine derartige Wertbestimmung lediglich unter dem Gesichtspunkt zulässig, welche Theorie den Thatsachen besser gerecht wird, einen Einblick dagegen in das innere psychische oder physische Geschehen gibt weder die eine noch die andere Theorie und selbst wenn wir Kräfte ergänzend hinzudenken, ist ihr Wirken uns völlig entzogen, wir werden nur ihrer Wirkung uns bewusst. Es kann also unmöglich vornehmer oder edler sein, die zwei Erscheinungsreihen, die wir nicht schaffen, sondern nur erleben, so zu denken, dass die eine Bedingung ist für die andere als umgekehrt diese die Bedingung für jene; das Bedürfnis der Wissenschaft allein kann entscheiden und ihr Urteil kann keinen verletzen, der sich verdeutlicht hat, dass von einer inneren Erklärung der psychischen Erscheinungen doch nie die Rede ist.

Erklären heisst doch überhaupt nichts anderes als die gegebenen komplizierten Erscheinungen auf einfachere, übersichtlichere zurückführen; wir begreifen etwas, indem wir es auf elementarere Prozesse reduzieren. Und jene elementaren Prozesse führen wir, wenn wir sie erklären wollen, auf noch einfachere zurück, bis schliesslich als einfachste Erscheinungsreihenfolgen auf physischem Gebiete die unmittelbar anschaulichen Vorgänge, auf psychischem Gebiete die unmittelbar geistig nacherzeugbaren Prozesse übrig bleiben; die ersteren nennen wir die mechanischen Axiome, die letzteren Axiome

psychologischer Art. Sobald ein komplizierter Naturvorgang auf die physikalischen Axiome zurückgeführt ist, so ist er für uns erklärt und ebenso ist ein psychologisches Ereignis, etwa ein historischer Vorgang, für uns erklärt, wenn er auf psychologisch nacherlebbare Vorstellungsverbindungen zurückgeführt ist. Ein noch weiteres Erklären kann es nicht geben, weil diese Axiome, welche Ausdruck des physisch und psychisch direkt vorstellbaren sind, nicht in noch einfachere Erscheinungsreihenfolgen zerlegt werden können. Alles Erklären bleibt hierbei also stehen; in den inneren Zusammenhang der uns vorstellbaren einfachsten Vorgänge, wie sie in den Axiomen abstrahiert sind, kann somit keine Erklärung mehr eindringen.

Die Welt ist von uns physisch und psychisch im Kausalzusammenhang erkannt, d. h. erklärt, sobald jede der beiden Erscheinungsreihen in vollkommen vorstellbare Vorgänge zerlegt, respektive zu solchen hypothetisch ergänzt ist; dass solches möglich sei, dass die physische Welt aus anschaulichen, also den mechanischen Axiomen entsprechenden Vorgängen sich zusammensetze, und dass ebenso alles psychische Geschehen im Gesamtbewusstsein der Menschheit sich auf Elemente zurückführen lasse, die der Einzelne in sich bewusst nacherzeugen kann, das muss mithin die absolut notwendige Voraussetzung der Wissenschaften sein. Von diesem Standpunkt aus ist es klar, dass jene psychophysische Theorie, derzufolge die gewollten Körperbewegungen beispielsweise rein psychisch, nicht physisch bedingt sind und die Sinnesreize, sobald sie das Gehirn erreicht, dort nur psychische, nicht physische Wirkungen haben, das physische Kausalgesetz einfach negiert und damit die Grundvoraussetzung aller Naturwissenschaft einfach aufhebt. Der Uebergang einer Bewegung in nichts und die Entstehung einer Bewegung aus nichts, muss uns aus psychologischen Gründen nämlich für alle Zeit unanschaulich, unvorstellbar bleiben, eine Zurückführung auf anschauliche Vorgänge also unmöglich werden,

während Naturwissenschaft doch nur Sinn hat, wenn an der Annahme festgehalten wird, dass alles anschaulich vorgestellt werden kann. Wohlverstanden, dass Bewegung aus Bewegung entsteht, ist uns in seinem inneren Zusammenhang absolut nicht verständlicher, als dass Bewegung ursachlos aus nichts entsteht, aber nur das erstere ist anschaulich, nur das erstere deshalb den Axiomen entsprechend, nur das erstere deshalb erklärbar.

Ganz anders verhält es sich mit jener zweiten psychophysischen Theorie. Die Annahme, dass die psychische Erscheinungsreihenfolge bedingt sei durch die physische, enthält nämlich keineswegs nun eine Aufhebung des psychologischen Kausalgesetzes. Das psychologische Kausalgesetz fordert ja nur, dass jeder Zusammenhang psychischer Thatsachen derart sei, dass wir ihn im eigenen Bewusstsein nacherzeugen können; sobald wir ein geistiges Produkt so zerlegt, dass wir jeden Elementarakt in unserem Bewusstsein nachbilden können, so ist er für uns psychologisch erklärt. Es hat somit gar keinen Sinn, das im eigenen Bewusstsein Erlebte noch weiter erklären, auf noch einfachere Thatsachen zurückführen zu wollen, ebensowenig wie es Sinn hat, das vollkommen anschauliche mechanische Geschehen noch weiter erklären zu wollen. Das, was im eigenen Bewusstsein erlebt ist, ist ja als solches schon ohne weiteres vorstellbar, weil es eben thatsächlich vorgestellt ist; es kann mithin nicht erst in psychologischen Kausalzusammenhang gebracht werden, sondern das, was wir in uns psychisch erleben, ist eben der Typus des psychologischen Kausalzusammenhanges. Gleichviel also, ob wir die Bedingung für das uns in seinem inneren Geschehen vollkommen unverständliche Bewusstseinsleben in einer unbewussten Seele oder in einem materiellen Substrat annehmen, in jedem Falle ist das ins Bewusstsein dringende Resultat eine Reihe psychischer Erlebnisse, die, weil sie unserem eigenen Bewusstsein angehören, auch einen psychologischen Kausalzusammenhang darstellen, soweit einen solchen zu postulieren überhaupt Be-

deutung hat. Die spiritualistische Theorie führte also zu physischen Annahmen, die das physische Kausalitätsgesetz negieren, weil sie nicht anschaulich vorstellbar sind, die materialistische Theorie kann dagegen niemals zu psychologischen Annahmen führen, die das psychologische Kausalitätsgesetz aufheben.

Diese Kausalitätsbetrachtung lehrt uns nun gleichzeitig, wie schwierig es ist, eine klare Vorstellung von dem Wechselverhältnis des Physischen und Psychischen zu geben, gleichviel welcher psychophysischen Theorie man zuneigt. Wir sind eben genötigt, jeden Zusammenhang zwischen zwei Vorgängen als Kausalzusammenhang zu denken, und da die Herstellung eines solchen nun entweder darin besteht, die Vorgänge in anschauliche Reihenfolge zu bringen oder aber in unserem Bewusstsein nachzuerzeugen, so muss, wenn der Zusammenhang zwischen Gehirn und Bewusstsein vorgestellt werden soll, entweder das Bewusstsein auch anschaulich, also räumlich gedacht werden, oder an Stelle des Gehirns auch ein psychologischer Vorgang, nämlich die Wahrnehmung des Gehirns gesetzt werden. Beides ist unberechtigt, aus beiden Willkürlichkeiten stammen daher schiefe Vorstellungen und unrichtige Folgerungen, wenn man sich des wahren Zusammenhanges nicht bewusst bleibt. In Wahrheit hat die Vorstellung eines Kausalzusammenhanges hier gar keine Berechtigung, da sie eben nur Physischem untereinander und Psychischem untereinander gelten kann, das Physische dagegen nie die Ursache des Psychischen, das Psychische nie die Ursache des Physischen sein kann.

Wollten wir nämlich auch für dieses Verhältnis den Analogieschluss bilden, dass die Erklärung darin besteht, das Komplizierte auf Einfacheres zurückzuführen, so blieben wir bald vor den einfachsten Fällen dieses Zusammenhanges mit der Ueberzeugung stehen, dass die Vorstellung eines Kausalzusammenhanges zwischen Physischem und Psychischem deshalb unmöglich ist, weil beides im Grunde identisch ist, beides

dieselbe Vorstellung ist, nur auf verschiedene Substrate bezogen. Auch in den komplizierteren Fällen dürfen wir daher nicht meinen, mit Berechtigung in dem einen die anschauliche Ursache oder die psychologische Bedingung des anderen suchen zu dürfen. Nur unter der Bedingung, dass dieser Sachverhalt im Auge behalten wird, dürfen wir, da diejenige Reihe, in welcher wir die Bedingung der anderen Reihe sehen zu müssen glaubten, uns physisch gegeben ist, den gesamten Thatsachenkreis ins Anschauliche übertragen, die psychische Erscheinung als verursacht durch die physische vorstellen und dieses bildlich so gruppieren, dass wir die körperlichen Vorgänge in mechanischem Kausalzusammenhang denken und denselben eine psychische Innenseite zuschreiben, die als Seeleninhalt dem Bewusstsein zugänglich wird. Wir müssen uns also, ohne auf dieses Bild Wert zu legen oder gar aus dem Bild als solchem Schlüsse zu ziehen, es uns so vorstellen, dass beispielsweise bei der sinnlichen Wahrnehmung der Reiz physisch ans Sinnesorgan dringt, dort eine physische Erregung im Nerven veranlasst, sich in diesem zum Gehirn fortpflanzt und im Gehirn materielle Veränderungen hervorruft, die ihrerseits wieder materielle Wirkungen, etwa Körperbewegungen bedingen; kurz dass die Reihe der körperlichen Vorgänge nirgends abbricht, dass nun aber daneben gewisse dieser körperlichen Vorgänge und zwar diejenigen, welche sich in gewissen Apparaten des Gehirns in gewisser Stärke abspielen, nun noch eine psychische Innenseite haben, so dass diese Erregung der Ganglienzellen, ohne dass sie dadurch an physischer Wirkung etwas einbüsst, die Bedingung für das Auftreten bestimmter Empfindung im Bewusstsein ist.

IV.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Auffassung für die Sinneswahrnehmung sehr bequem ist, ja dass sie in diesem Punkt mit der üblichen Theorie übereinstimmt, die nur

insofern etwas abweicht, als sie gemeinhin den physischen Vorgang dort, wo die Gehirnreizung den Empfindungsprozess auslöst, einfach aufhören lässt. Der wichtigste Punkt aber, nämlich dass der Bewusstseinsvorgang durch einen physischen Gehirnvorgang ausschliesslich bedingt sei, ist in der Lehre der Sinnesempfindung kaum mehr ernstlich bestritten, und in der That wird der gesamte Kreis einschlägiger Erfahrungen in befriedigendster Weise gerade durch diese Hilfsvorstellung in widerspruchslosen Zusammenhang gebracht. Würde unser psychisches Leben lediglich in successivem Anschauen materieller Dinge bestehen, so würde mithin der befürworteten psychophysischen Theorie von keiner Seite Widerstand entgegengesetzt werden. Das gesamte psychische Leben wäre vielmehr in diesem Falle völlig erklärt, soweit Erklärung möglich; die Urthatsache, dass überhaupt ein Bewusstsein vorhanden ist, welches den Bewusstseinsinhalt wahrnimmt, wäre natürlich auch dann die stillschweigende unerklärte Voraussetzung, die gesamten Bewusstseinsvorgänge würden dann aber in ihrer Qualität, Intensität und Reihenfolge durch die Reihenfolge bestimmter körperlicher Vorgänge erklärt sein und somit wäre das psychische Leben — jene Grundthatsache des Bewusstseins immer vorausgesetzt — in seinen wechselvollen Gestaltungen psychophysisch verständlich geworden.

Unser Seelenleben ist aber nach allgemeiner Anschauung mehr als ein blosses Wahrnehmen körperlicher Vorgänge; die Theorie, die für die Erklärung dieser so bequem war, kann also vielleicht an der Unmöglichkeit scheitern, auch die übrigen Bestandteile des bewussten Geisteslebens mit den physischen Erscheinungen auf diese Weise verbunden vorzustellen. Es sind vornehmlich drei grosse Gebiete geistigen Lebens, welche der blossen anschauenden Wahrnehmung als gänzlich verschiedenartig gegenüberstehen und unserer psychophysischen Theorie scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen. Wir müssen alle drei Momente würdigen, von vornherein überzeugt, dass, wenn jene Erscheinungen

wirklich der Theorie widersprechen, die letztere unbedingt zu verwerfen sei, denn Ausnahmen kann sie nicht zulassen; ihre einzige Aufgabe bestand ja vielmehr darin, alle festgestellten physischen und psychischen Erscheinungen widerspruchslos zu vereinigen, ohne auch nur eine derselben zu vernachlässigen. Wir würden in diesem Falle freilich jener spiritualistischen oder der populären Theorie deshalb noch nicht beistimmen, da diese wieder mit anderen Thatsachen in Konflikt geraten, wir würden vielmehr die Thatsachen immer mehr hypothetisch ergänzen müssen, um sie einer neuen Hilfsvorstellung unterordnen zu können. Andererseits aber können wir, wenn jene scheinbar widersprechenden Thatsachen unter verschiedenen Auffassungen auch diejenige zulassen, welche unserer Theorie entspricht, dieselbe unbedenklich bevorzugen, weil dann eben dem Bedürfnis genügt wäre, eine für alle Thatsachen passende Theorie festgestellt zu haben; sie würden dann unsere Theorie nicht beweisen, da sie bei anderer Auffassung sich ja auch anderer Theorie unterordnen liessen, sie würden ihr aber wenigstens nicht mehr widersprechen. Anders aber liegt es, wenn sich herausstellen sollte, dass die übliche Auffassung auf schwer überwindbaren Illusionen, nicht aber auf kritisch geprüfter Wirklichkeit beruht, dass ihre Beweise für die spiritualistische Theorie nur auf täuschendem Schein beruhen, eine unbefangene Untersuchung nicht nur den richtigen Thatbestand, sondern auch die Ursachen des irreführenden Scheines aufdecken kann; dann würden sie Widerlegungen jener geltenden Theorie sein, die ihrer Stützen beraubt würde, und gleichzeitig zeugenkräftige Aussagen zu gunsten derjenigen Theorie des Seelenlebens, die auf dem Gebiet der Sinneswahrnehmung schon jetzt fast ausschliesslich Geltung hat.

Den ersten, scheinbar kräftigsten Widerspruch gegen allen psychophysischen „Materialismus“ erhebt die Willenshandlung. Das innere Freiheitsbewusstsein scheint uns ja in jedem Augenblick zu belehren, dass im Willensakt ein psy-

chischer Vorgang gegeben ist, der nur psychisch, nicht physisch bedingt ist, an dem allein die Seele, nicht der Körper beteiligt ist, so dass eine Umdeutung desselben im Sinne einer Theorie, die alles seelische Leben als blosses zuschauendes Wahrnehmen eines physischen Gehirnvorganges betrachten will, sicher unberechtigt erscheint. Nun, das innere Freiheitsbewusstsein ist bekanntlich zu gütlichem Vergleich geneigt; in früherer Zeit hat es genau so energisch jedem demonstriert, dass der Wille überhaupt nicht bestimmt wird, dass er auch psychisch vollkommen unbedingt, sich selber einziger Grund und Ursache sei. Heute dagegen befindet dieses Freiheitsbewusstsein nicht nur auf metaphysischem Gebiet sondern auch in seinem empirischen Wirkungskreis sich sehr wohl bei der Ueberzeugung, dass der Wille psychologisch vollkommen determiniert sei, ja es ist gern bereit, uns ausführlich darüber zu belehren, dass jene launenhafte Unbestimmtheit dem Willen eigentlich jeden Wert genommen hätte, in der psychologischen Bestimmtheit gerade die Bedeutung des Willens liegt. Wirkliches Vertrauen darf somit den Aussagen dieses Zeugen nicht entgegengebracht werden, es muss vielmehr empirisch untersucht werden, welche Erscheinungen auf physischem Gebiet beim Ablauf einer Willenshandlung vor sich gehen und welche Erscheinungen auf psychischem Gebiet bei diesem Akt thatsächlich im Bewusstsein auftreten. Dieser doppelten Untersuchung war der grössere Teil meiner Schrift über die Willenshandlung gewidmet. Ohne den ausführlichen Beweis hier nur irgendwie anzudeuten, kann ich ihr Resultat kurz zusammenfassen.

Vom physischen Standpunkt ergibt sich, dass die Willenshandlung wie jeder andere physiologische Prozess durchaus kausal verständlich ist als physikalisch-chemisches Endergebnis eines Prozesses, der in dem sensorisch-motorischen Reflexbogen abläuft, d. h. in demjenigen Apparat, der sich aus Sinnesorgan, centripetalen Nerven, Gehirn, centrifugalen Nerven und gestreiften Muskeln zusammensetzt. Die ganze Welt,

einschliesslich der gesamten Menschheit, ist für den einzelnen Organismus eine unendlich mannigfaltige Reizquelle, welche in ihm durch seinen sensorisch-motorischen Mechanismus notwendig diejenigen Bewegungen auslöst, welche für die Erhaltung des Organismus oder seiner Nachkommen zweckmässig sind; in eben diesen Bewegungen besteht die Gesamtheit der tierischen und menschlichen Reflexe, Trieb- und Willkürhandlungen. Jener Apparat selbst musste in seiner phylogenetischen Differenzierung gerade so, wie er ist, durch Selektion entstehen, da er auf jeder Stufe der Entwicklung, ähnlich wie etwa der vegetative Apparat, dem Individuum im Kampf ums Dasein nützlich, normalerweise aber nie überflüssig oder schädlich war. Da also einerseits die Entstehung des Apparates, andererseits unter Voraussetzung des Apparates bei bestimmtem Bedingungskomplex die bestimmte Bewegung kausal verständlich ist, so ist der äussere materielle Vorgang jeglicher Bewegung, sei es Trieb-, sei es Willenshandlung nach den Prinzipien der physikalisch-chemischen Naturwissenschaft als notwendiges Geschehen durchaus erklärbar ohne Zuhilfenahme eines immateriellen Faktors.

Unabhängig von dieser physischen Betrachtung hat die psychische Untersuchung zu fragen, welche Erscheinungen in unser Bewusstsein treten, wenn wir eine äussere Willenshandlung ausführen. Da ergibt sich denn, dass alles, was wir Wille nennen, nur ein eigentümlich geordneter Komplex von Empfindungen ist, deren jede einzeln peripher angeregt ist, respektive von Erinnerungsreproduktionen derselben. Der einfachste, lediglich auf die Ausführung einer Bewegung gerichtete Willensakt besteht in dem Innervationsgefühl und der auf dasselbe folgenden Wahrnehmung der ausgeführten Bewegung hauptsächlich vermöge des Muskelsinns. Kein aktives Element, keine Kraftregung, nichts schiebt sich psychisch zwischen das Innervationsgefühl und die Bewegungswahrnehmung; eingehende Untersuchung aber beweist, dass jenes Innervationsgefühl nichts anderes ist als die Erinne-

rungsvorstellung der früher vollzogenen Wahrnehmung, der ganze Vorgang also darin besteht, dass der Wahrnehmung der vollzogenen Bewegung die Erinnerungsvorstellung derselben vorausgeht. In genau derselben Weise besteht bei jeder auf äussere Wirkungen zielenden Willenshandlung der psychische Vorgang darin, dass der Wahrnehmung des erreichten Effektes das Erinnerungsbild desselben vorausgeht, begleitet von Spannungsempfindungen in der Kopfmuskulatur und eingeleitet von jenem Impulsgefühl, das in der Innervationsempfindung der ersten auszuführenden Bewegung besteht. Kurz, unser Wille ist psychisch genau so ein Empfindungskomplex wie die Erscheinungen der sinnlichen Wahrnehmung.

Die Theorie der Willenshandlung musste schliesslich fragen, wie jene physischen und psychischen Thatsachen sich zu einer psychophysischen Gesamtvorstellung vereinigen lassen; mit anderen Worten, welche Vorgänge im sensorisch-motorischen Apparat ablaufen müssen, damit die entsprechenden Empfindungen sich zu demjenigen Komplex anordnen, den wir Wille nennen. Die Untersuchung führt zu dem Resultat, dass spezifische motorische Centren im Gehirn nicht existieren oder vielmehr jedes Centrum sensorisch und motorisch zugleich ist. Jeder motorische Impuls hat seine Quelle im zugeleiteten Reiz und jede sensorische Erregung dringt weiter fort in die motorische Bahn. Der motorische Effekt, die Muskelbewegung, wirkt selbst nun wieder als sensorischer Reiz, und so folgen zwei sensorielle Erregungen, die des auslösenden Reizes und die der ausgeführten Bewegungen; beiden Reizen entsprechen die Vorstellungen, die sich nun miteinander associieren. Wird nach gewisser Uebung der auslösende Reiz von neuem auftreten, so wird nun, noch ehe der Prozess bis in die motorische Bahn gelangt ist, die associierte Vorstellung der vollzogenen Bewegung im Bewusstsein auftauchen; der Wahrnehmung der Bewegung wird somit die Erinnerungsvorstellung derselben vorangehen, was wir als

psychische Willenserscheinung erkannten. Das ist der schematische Typus der Willenshandlung, aus dem sich alle komplizierteren Formen entwickeln lassen, wie ich an angeführter Stelle nachzuweisen versuchte.

Wenn diese Anschauung nur irgendwie den Thatsachen gerecht wird, so ist nun das auf den ersten Blick evident, dass die äussere Willenshandlung nicht das geringste Recht hat, ihrerseits Widerspruch zu erheben gegen diejenige psychophysische Theorie, welche die psychischen Erscheinungen durch die physischen bedingt sein lassen will, so dass jene nur gewissermassen die Begleiterscheinungen von diesen wären. Im Gegenteil, mit jeder anderen Theorie wäre der geschilderte Thatbestand absolut nicht vereinbar.

Wie steht es nun mit dem zweiten von den drei Einwänden? Ich habe dabei die Gefühle im Auge. So wie nach der herrschenden Auffassung die Willenshandlung kein blosses Erlebnis, kein Empfindungskomplex sein soll, sondern eine seelische Thätigkeit, ein Akt, welcher dem Wahrnehmen geradezu entgegengesetzt ist, so soll nach der allgemeinen Ansicht auch das Gefühl nicht einen Vorstellungsinhalt repräsentieren, sondern die Stellungnahme unseres Bewusstseins zu seinen verschiedenen Inhalten; das Gefühl soll ausdrücken, wie wir uns zu der Vorstellung verhalten, nicht selbst Vorstellung sein. Da aber offenbar nur der Bewusstseinsinhalt, nicht das Verhältnis des Bewusstseins zum Inhalte physisch bedingt sein kann, so wären die Gefühle eine rein psychische Aeusserung, die auf physische Grundlage nicht zurückgeführt werden kann, mit unserer psychophysischen Theorie, die keine Ausnahme duldete, also nicht zu vereinbaren wäre.

Ich beabsichtige, eine psychophysische Analyse der Gefühle und Gemütsbewegungen in ausführlicher Darstellung an anderem Orte zu geben; nur darauf sei hier hingewiesen, dass ohne Zweifel auch in dieser Frage die herrschende Ansicht unter dem Einfluss von traditionellen Konventionen steht, welche gegen die beste Absicht gar zu leicht auch der Selbst-

beobachtung die Richtung geben und in ihre Resultate dadurch Elemente einführen, die nicht aus dem beobachteten Objekt, sondern aus den über dasselbe erlernten Vorstellungsmassen stammen. Auch die Gefühle sind lediglich ein Komplex von Empfindungen; auch sie bestehen aus Wahrnehmungen und den Erinnerungsreproduktionen derselben. Zwei Elemente sind dabei zu trennen; erstens die eigentümliche qualitativ und intensiv bestimmte, peripher erregte Empfindung, welche dem einzelnen Unbehagen oder Behagen zu Grunde liegt, und zweitens die associierte Innervationsempfindung, welche jener Behagens- oder Unbehagensempfindung den Lust- oder Unlustcharakter gibt. Dass auch diese Innervationsempfindung als Erinnerungsvorstellung früher vollzogener Bewegung in das Gebiet der Empfindungen gehört, war schon gesagt. Inwieweit jene dem Gefühl zu Grunde liegenden qualitativ verschiedenen Empfindungen, welche sich mit jeder Sinnesempfindung und Vorstellung associieren können, auf gefühlserzeugenden Nervenprozessen beruhen, inwieweit sie — nicht bloss die Gemütsbewegungen, sondern auch die einfachsten Gefühle — auf reflektorisch ausgelösten Blutzirkulationsvorgängen beruhen und somit als centripetal geleitete Wahrnehmungen dieser central bedingten vasomotorischen Vorgänge aufzufassen sind, habe ich hier nicht näher zu prüfen. Analyse der psychologischen Vorgänge und Berücksichtigung der physiologischen und pathologischen, besonders der psychiatrischen Beobachtungen hätten dabei Hand in Hand zu gehen. Wäre es die Aufgabe vorliegender Schrift, die Berechtigung und Notwendigkeit jener antispiritualistischen psychophysischen Theorie vollgültig zu beweisen, so müsste natürlich auch der Beweis für die angedeutete Auffassung der Gefühle hier lückenlos erbracht werden; davon ist aber nicht die Rede, nur Material zur Stütze jener Theorie soll hier zusammengetragen werden, und unter diesem Gesichtspunkt muss bezüglich der Gefühle an dieser Stelle der Hinweis darauf genügen, dass eine Auffassung derselben, welche

in ihnen nur Empfindungskomplexe sieht, wenigstens möglich ist, dass auch die Gefühle mithin nicht unbedingt jener Annahme widersprechen, derzufolge die psychischen Erscheinungen ausnahmslos die Empfindungen von physischen Vorgängen sind.

V.

Wirklich zwingende Beweise für die aufgestellten Behauptungen vorzubringen, dürfte hier um so überflüssiger sein, als diese einleitenden Betrachtungen ja überhaupt keine systematische Untersuchung enthalten sollten, sondern nur diejenigen Erwägungen wiedergeben, welche mich selbst zu dem Punkt geführt, von dem aus die Aufnahme der darzustellenden Experimente mir nützlich erschien. Es kommt hier also gar nicht darauf an, ob die skizzierte Auffassung irgend einen andern zu überzeugen vermag; es genügt, dass sie mir Ueberzeugung war und die Schwierigkeiten, die sich unserer Theorie durch die Willenshandlung und die Gefühle darbieten, mir nicht nur überwindbar dünkten, sondern meiner Ueberzeugung nach überhaupt nur scheinbare Widersprüche enthielten, so dass ich ungehindert mich dem dritten Einwand zuwenden konnte. Eben deshalb habe ich hier auch ausser acht zu lassen, ob andere schon dieselben Anschauungen ausgesprochen, oder, was von vornherein anzunehmen ist, andere der Ueberzeugung sind, derartige Vorstellungen, wie ich sie charakterisiert, endgültig widerlegt zu haben; die Thatsache, dass damals der geschilderte Gedankenweg mich nirgends zu Punkten führte, bei denen ich umzukehren gezwungen wäre, vielmehr mich an allen Hindernissen bequem vorbeiführte, ist hier viel wesentlicher als die Frage, ob auf dem Wege andere schon gegangen sind, ob auf dem Wege andere schon umgekehrt sind, ohne ihr Ziel erreicht zu haben, oder ob noch andere an jenem Pfad angeschrieben haben: Verbotener Eingang! Ich habe hier nichts zu verteidigen, sondern nur

zu beschreiben, was ich, ehe ich meine Versuche begonnen, in mir erlebt habe. Denn nur dann sind die Versuche in ihrem Zusammenhang verständlich.

Ich glaubte also bei kritischer Prüfung, dass sowohl die äussere Willenshandlung als auch das Gefühl bezüglich der psychischen Vorgänge lediglich Komplexe von Empfindungen seien, in denen die Empfindungen der vollzogenen Muskelkontraktion und deren Erinnerungsvorstellung, das sogenannte Innervationsgefühl, eine hervorragende Rolle spielen, die aber in ihren sämtlichen Elementen den Empfindungen blau und heiss und sauer völlig koordiniert sind. Ich war deshalb überzeugt, dass genau wie für die sinnlichen Wahrnehmungs- und Erinnerungsvorgänge auch für Gefühl und Willenshandlung diejenige psychophysische Theorie am besten passt, welche die psychische Erscheinung zur Begleiterscheinung der mechanisch bedingten und vom Bewusstsein unabhängig ablaufenden Reihe physischer Vorgänge macht, derart dass unser Bewusstsein das Gefühl und den körperlichen Willensimpuls ebenso in sich erlebt wie die Wahrnehmung der auf die Sinnesorgane einwirkenden Naturumgebung. Die Berechtigung dieser psychophysischen Theorie schien mir somit in hohem Grade wahrscheinlich, da sie alle vorläufig betrachteten Thatsachen widerspruchslos umfasst und ihnen nichts unmotiviert hinzufügt; dennoch wagte ich noch nicht, mich dieser Hypothese unbedingt zuzuneigen, da mir ein bisher unberücksichtigter Kreis von Thatsachen auf den ersten Blick unvereinbar erschien mit der sonst so annehmbaren Theorie, Thatsachen, die sich entschieden nach aller bisherigen Auffassung zu gunsten der spiritualistischen Deutung aussprachen. Diese Thatsachen sind, mit dem Terminus der physiologischen Psychologie zusammengefasst, die der Apperception. Doch der Begriff der Apperception ist in der modernen Psychologie so mannigfach nuanciert, dass die Ueberschrift sofort eine Andeutung des Inhalts erfordert. Es handelt sich also um folgende Erscheinungen.

In unserem Bewusstsein kommen und gehen die Vorstellungen nicht nur äusseren Umständen und innerer Verkettung entsprechend, sondern unser Bewusstsein selbst greift ordnend und lenkend fortwährend in die Vorstellungsbewegung ein; es hemmt die Flucht der Ideen, es fördert die Entwicklung der Gedanken, es gliedert die herandrängenden Vorstellungsmassen nach ihrem inneren logischen Zusammenhang, es wählt das geistig Passende, kurz aus dem losen Spiel der Vorstellungsassociationen gestaltet unser Bewusstsein in seiner apperceptiven Thätigkeit den logisch geordneten Gedankengang. Doch das Bewusstsein kann nicht nur logisch ordnen und gliedern, es kann mittels seiner vereinigenden Funktion getrennte Empfindungskomplexe zu einer Gesamtheit verknüpfen, kann die Totalität unserer Erlebnisse zu einer Einheit zusammenfügen und kann andererseits das einheitlich gegebene in seine Elemente zerlegen. Und nicht nur trennen und verbinden kann unser Ich; unser Bewusstsein vermag auch bald diesen, bald jenen Bewusstseinsinhalt vorzuziehen. Es kann seine Aufmerksamkeit bald hierhin, bald dorthin wenden und dabei ist es in hohem Masse unabhängig von äusserem Zwang; wir können unsere Aufmerksamkeit willkürlich ja dem schwächsten Reiz zuwenden oder sie absichtlich von dem zu jenem schweifen lassen.

Aber unser Bewusstsein vermag nicht nur sich überall beliebig hinzuwenden und so den Empfindungsvorrat durchzumustern, es kann auch zeitweilig unthätig sein, kann seine Thätigkeit vermindern, kann seinen Arbeitskreis verengern oder vergrössern, kann vor allem in seiner Leistung schwanken, sogar, wie Prüfungen festgestellt haben, Schwankungen in periodischen Intervallen durchmachen; wenn beispielsweise ein gleichbleibender schwacher Licht- oder Schallreiz uns trifft, wird unser Bewusstsein sich ihm zu-, dann ab-, dann wieder zu-, dann wieder abwenden, kurz eine intermittierende Funktion aufweisen. Doch die spontane Thätigkeit unseres Bewusstseins ist damit noch lange nicht erschöpft. Ist seine

Hauptaufgabe doch die fortwährende Vergleichung; gegeben sind dem Bewusstsein die Empfindungen, erst das Bewusstsein stellt jene Beziehung zwischen ihnen her, durch die kein Bewusstseinsinhalt isoliert bleibt, sondern stets in seinem Verhältnis zu anderen Inhalten erfasst wird. Die gesamte Psychophysik im engeren Sinne basiert ja auf jener vergleichenden Funktion des appercipierenden Bewusstseins; die Verhältnisse der Empfindungsintensitäten wären ja von dem Bewusstsein nie beachtet, wenn es nur teilnahmloser Zuschauer wäre, nicht selber vergleichend das eine am anderen messen und beurteilen würde. Und nicht nur Empfindungsintensitäten kann unser Ich vergleichend zusammenfassen, auch Qualitäten wie verschiedene Tonhöhen kann es vergleichen, verschiedene Raumpunkte, aus denen Licht- oder Tast- oder Schalleindrücke stammen, successiv eintretende Zeitmomente, die durch verschiedene Eindrücke hervorgehoben werden, alles vermag unser Bewusstsein aus dem Stadium der sinnlichen Einzeleindrücke in jenes psychisch höhere Stadium der räumlichen und zeitlichen Anschauung zu erheben und so jenen Raumsinn und Zeitsinn auszubilden, dessen Wurzel die einheitliche vergleichende, trennende und vereinigende Funktion unseres Bewusstseins ist.

Dass diesen Erscheinungen gegenüber, in denen die Psychologie mit Recht die Bedingungen des höheren Geisteslebens, der geistigen Erkenntnis und der geistigen Neuschöpfung sieht, die physiologische Theorie recht schlimmen Stand hat, das bedarf fürwahr nicht des Beweises. Unsere Theorie, welche die Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes auf Veränderungen im physiologischen Substrat zurückführt, muss ja die Thatsache des Bewusstseins selbst als unerklärte Grundvoraussetzung anerkennen; das Bewusstsein hat nicht also noch ein besonderes physisches Substrat. Zu einer Vorstellung kommt nichts Neues hinzu, dadurch dass sie bewusst wird; anders als bewusst kann uns eine Vorstellung gar nicht gegeben sein. In der Existenz einer Vor-

stellung liegt schon, dass sie unserem Bewusstsein gegeben ist. Wenn also eine Vorstellung, durch einen bestimmten physischen Prozess bedingt, auftritt, so ist es eine unmögliche Hypothese, dass nun vielleicht ein anderer physischer Prozess das Bewusstsein hervorruft und erst durch den zweiten Vorgang die im ersten Vorgang ausgelöste Vorstellung wirklich ins Bewusstsein tritt. Soll der erste Vorgang die Vorstellung auslösen, so kann es nichts anderes heissen, als dass er sie als bewusste Vorstellung erzeugt hat; das Bewusstsein lösen wir nur sekundär von den bewussten Vorstellungen ab, indem wir die Grundvoraussetzung alles psychischen Lebens abstrahieren. Es hat also gar keinen Sinn anzunehmen, dass ausser denjenigen physischen Vorgängen, welche das Kommen und Gehen der Vorstellungen bedingen, noch andere physische Vorgänge existieren, welche die Grundlage des Bewusstseins bilden.

Wenn somit das Bewusstsein selbst keine psychische Einzelerscheinung, sondern die Voraussetzung aller psychischen Erscheinungen ist und somit seinerseits nicht auch wieder physisch bedingt sein kann, so gilt selbstverständlich dasselbe von etwaigen Veränderungen und Thätigkeiten des Bewusstseins. Wenn das Bewusstsein kein physisches Substrat haben kann, so muss es auch verfehlt sein, für seine Schwankungen, für seine vergleichende, beurteilende, auswählende, logisch ordnende Thätigkeiten, für seine trennende und zusammenfassende, erhellende und verdunkelnde Funktion, irgend ein physiologisches Substrat zu suchen. Nun sind die aufgezählten Leistungen des Bewusstseins nicht nur Elemente unseres psychischen Lebens, die hier und da auftreten, sondern sie sind der bei weitem wichtigste Bestandteil unseres gesamten seelischen Daseins, sie ermöglichen ja erst den Reichtum unseres Geisteslebens und führen es fort von isolierten Wirkungen umgebender Reize zu der logisch geordneten Weltanschauung. Wenn wir es als erste Aufgabe

einer psychophysischen Theorie erkannten, die Gesamtheit der gegebenen physischen und psychischen Thatsachen widerspruchslos zu vereinigen und in Beziehung zu setzen, so muss mithin diejenige Theorie völlig ungeeignet sein, welche nur diejenigen psychischen Thatsachen umspannt, die physisch bedingt sein können und doch gleichzeitig zugibt, dass die weitaus wichtigsten Faktoren psychischen Lebens unmöglich auf physische Prozesse zurückgeführt werden können, weil sie nicht Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes, sondern des Bewusstseins selbst sind. Wer wird eine Theorie bevorzugen, welche die wichtigsten Erscheinungen unberücksichtigt lässt? Wer wird im speziellen Falle nicht unbedingt die spiritualistische Theorie bevorzugen, welche ja schon den gesamten Verlauf des Vorstellungslebens nicht physisch, sondern nur psychisch bedingt sein lässt und somit dem Bewusstsein auch beliebige sonstige Thätigkeiten zuschieben kann, unbehindert durch die Voraussetzung eines durchgängigen Parallelismus zwischen physischen und psychischen Erscheinungen?

Je deutlicher ich mir dieser Einwendungen und ihrer Konsequenzen bewusst ward, desto klarer sah ich, dass nur zwei Auswege mir übrig blieben. Entweder musste ich diejenige Theorie, die mir in allen übrigen Fragen der Psychologie am einfachsten und am fruchtbarsten schien und die selbst durch die äussere Willenshandlung und das Gefühlsleben mir nicht nur nicht widerlegt, sondern noch befestigt erschien, auf Grund der Apperceptionserscheinungen im engeren Sinn endgültig aufgeben; oder aber ich musste untersuchen, ob nicht auch diese Thatsachen sich etwa im Geiste dieser Theorie deuten lassen, ob nicht auch sie vielleicht bei genauerer Prüfung sich womöglich noch als Stütze dieser Theorie ergeben. Scheinbar bliebe ein dritter Weg noch übrig: die Thatsachen selbst zu bestreiten; mir aber war dieser Ausweg unmöglich, denn in der in erster Linie auf Wundt zurückzuführenden deutlichen Erkenntnis jener Apperceptionsthatsachen erblicke ich den bedeutendsten Fortschritt der modernen

Psychologie. Die systematische Untersuchung der empirischen Apperceptionsgesetze gegenüber den bloss metaphysischen Spekulationen Herbarts und den einseitigen Associationsstudien der Engländer scheint mir die grosse Errungenschaft der physiologischen Psychologie, deren Leistungen ja Schritt für Schritt mit den Arbeiten Wundts vorangehen. Jene Thatsachen ignorieren, wie es die übliche populäre Psychologie des Materialismus thut, schien mir somit als ein bedenklicher Rückschritt, der am wenigsten einer Hypothese zuliebe gethan werden darf, die ja ihre Berechtigung nur aus der Möglichkeit herleitet, die Thatsachen zu erklären, nicht aber den Thatsachen vorangehen darf, um diese auszumustern.

Ganz etwas anderes ist es aber, die Errungenschaften der Apperceptionslehre — das Wort im Wundtschen Sinne aufgefasst — nicht etwa zu bestreiten, sondern voll anzuerkennen, nur dabei den Versuch zu wagen, ob sich jene Thatsachen nicht noch anders deuten und auffassen lassen, oder richtiger, Experimente anzustellen mit dem Zweck, zu prüfen, ob jene Thatsachen nicht eine andere Deutung noch zulassen, vielleicht gar erfordern. Hierin schien mir somit die einzige Möglichkeit zu liegen, falls die Versuche die gestellte Frage bejahen sollten, trotz alledem die charakterisierte Auffassung des Seelenlebens festhalten zu können; der näheren Prüfung war das so gefasste Problem jedenfalls wert.

VI.

In welcher Weise die Thatsachen der Apperceptionspsychologie umgedeutet werden müssten, um einerseits aufrecht gehalten, andererseits von der physiologischen Theorie widerspruchslos erklärt oder richtiger umfasst werden zu können, ergibt sich aus der Tendenz des geschilderten Einwandes. Wir sahen, dass unserer Theorie zufolge jedes psychische Geschehen durch ein physisches bedingt sein soll, andererseits der Kreis der physisch bedingten Erscheinungen auf den

Bewusstseinsinhalt notwendig beschränkt sein muss, es also keinen Sinn hat, nach physischen Bedingungen der Veränderungen und Thätigkeiten des Bewusstseins selbst zu fragen. Letztere können nicht physisch bedingt sein, mithin können sie durch die Erklärungsmethode unserer Theorie nicht berührt werden, müssen vielmehr zur Erklärung einer rein spiritualistischen Theorie überlassen werden, welche selbstverständlich, wenn sie erst in einem Teil psychischen Lebens anerkannt ist, am bequemsten gleich das gesamte Material psychischer Daten zur Erklärung zugewiesen erhält. Die Umdeutung, welche somit notwendig wäre, lässt sich daher auf die einfache Formel bringen: Alles, was der Thätigkeit und den Veränderungen des Bewusstseins zugeschrieben wird, muss als Veränderung des Bewusstseinsinhaltes gedeutet werden; ob dieses möglich oder gar notwendig ist, hat in erster Linie das Experiment zu entscheiden.

Solange wir mit der physiologischen Psychologie annehmen, dass unser Bewusstsein, unser psychisches Subjekt, unser Ich, unsere Aufmerksamkeit selbst es ist, was sich hierhin und dorthin wendet, was sich verengert und erweitert, was periodisch schwankt oder zeitweilig aufhört, was trennt und verbindet, was unserem Seeleninhalt die Einheit von Raum und Zeit und die Einheit des Selbstbewusstseins gibt, solange ist nichts von dem allem physisch zu fundieren, nichts somit physiologisch in der Art der Sinneswahrnehmung zu erklären. Wenn es dagegen der aus Empfindungen und Vorstellungen zusammengesetzte Bewusstseinsinhalt wäre, der sich bald vergrössert, bald verkleinert, bald verschwindet, bald periodisch schwankt, der sich zur Einheit zusammenkoppelt, der die Wahrnehmung der ordnenden, vergleichenden, beurteilenden Thätigkeit durch bestimmten Empfindungsinhalt hervorruft und gleichzeitig das Resultat jener postulierten Thätigkeiten aus sich heraus darbietet, kurz, der alles das, was das Bewusstsein leisten soll, nicht bloss in sich fertig stellt, sondern

gleichzeitig auch noch diejenigen Wahrnehmungen darbietet, aus denen wir auf die Thätigkeit des Bewusstseins schliessen: dann allerdings wäre der Kreis der unerklärten Voraussetzungen wieder auf die eine Grundthatsache des Bewusstseins beschränkt, alles Geschehen aber auf Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes zurückgeführt, die ihrerseits sich ja genau wie Sinnesempfindungen und Associationen der provisorisch bevorzugten Theorie unterordnen liessen, sich also ausnahmslos physisch bedingt vorstellen liessen.

Die Richtung der notwendigen Umdeutung wird vielleicht am klarsten, wenn wir uns desjenigen Bildes bedienen, das die physiologische Psychologie mit Vorliebe benutzt, jenes Bild, unser Bewusstsein mit einem Auge zu vergleichen und unseren Bewusstseinsinhalt mit den Objekten, die sich dem Auge sichtbar darbieten. Wundt spricht ja in diesem Sinne geradezu von einem Blickfeld und Blickpunkt des Bewusstseins und mancher andere bildliche Ausdruck stammt aus denselben, in der That recht anschaulichen Vergleichen. In der Sprache dieses Bildes können wir den Gegensatz etwa so präzisieren. Nach der bisherigen Auffassung hat das Auge, welches unser Bewusstsein darstellt, nicht nur die Fähigkeit, alles, was in sein Blickfeld gelangt, auf seiner Netzhaut abzubilden, sondern es kann auch sich bald hierhin, bald dorthin wenden, kann sich bald eine, das Blickfeld verengernde Blende vorhalten, bald eine Linse, welche die Gegenstände verschwommen erscheinen lässt; es kann hier einen Punkt fixieren, dort hin und her schweifen, es kann in die Nähe und in die Ferne accommodieren, es kann trübe Flecke im dioptrischen Apparat erhalten, es kann sich in periodischen Intervallen schliessen und öffnen, es kann die Dinge an beliebigem Massstab ihrer Grösse nach abschätzen; ja es kann sogar die Dinge, die in sein Blickfeld treten, nicht nur abspiegeln, sondern auch in ihrem inneren Zusammenhang verstehen und begreifen, derart, dass es auf Grund dieses Verständnisses sich gerade diesem und nicht jenem zuwendet,

dieses fixiert und jenes unbeachtet lässt, genau als wenn zu dem Auge noch ein vollkommenes Gehirn mit vollständigen Denkfunktionen gehörte. Es liegt darin ausgedrückt, dass das Bewusstsein, welches die Vorstellungsveränderungen wahrnimmt, gleichzeitig selbst wieder bewusste Vorstellungen hinter sich hat, welche das Bewusstsein veranlassen, sich dem oder jenem zuzuwenden.

Diejenige Auffassung der einschlägigen Thatsachen, welche sich mit unserer psychophysischen Theorie vereinbaren liesse, würde dagegen das Bild folgendermassen ausgestalten. Das Bewusstsein gleicht einem Auge, das so eingerichtet ist, dass alles, was auf einer bestimmten Fläche sich darbietet, auf der Netzhaut Eindrücke anregt. Das Auge selbst ist absolut starr und unbeweglich, es kann nichts fixiren und nichts accommodieren, es kann sich nicht schliessen und keine Brille aufsetzen, es kann lediglich abwarten, bis etwas in sein Blickfeld eindringt. Alle die Veränderungen aber auf der Netzhaut, welche dazu führten, dem Auge so mannigfache Thätigkeiten zuzumuten, sie beruhen auf Veränderungen in den Objekten des Blickfeldes. Nicht das Auge schliesst sich, sondern die Objekte verschwinden; nicht das Auge accommodiert verschieden, sondern die Merkmale der Objekte treten bald schärfer, bald weniger ausgeprägt hervor; das Auge gleitet nicht von diesem zu jenem, sondern bald ist dieses, bald jenes im Mittelpunkt des Blickfeldes, bald sind viele Dinge, bald nur eines in demselben; nicht auf der vom Gehirn geleiteten Auswahl des Auges beruht es, wenn es jetzt gerade diesen Punkt fixiert, sondern auf Verhältnissen der Gegenstände muss es beruhen, dass jetzt gerade dieses allein sich im Gesichtskreis befindet, und so geht es fort ohne Ende.

So klar es mir nun war, dass eine Umdeutung der Thatsachen in diesem Sinn der einzige Weg sein kann, um sie mit der aus so vielen anderen Gründen mir am besten scheinenden psychophysischen Theorien vereinbar zu machen, so klar sah ich auch, dass mit bloss theoretischen Betrachtungen

die Frage, ob solche Deutung berechtigt, vielleicht gar notwendig sei, unmöglich beantwortet werden kann. Das Experiment ist das unabweisliche Hilfsmittel in solchem Dilemma. Zwar liegen ja Experimente für alle jene Erscheinungen der Apperception in Menge vor, aber keines derselben war angestellt, um speziell die Frage zu prüfen, welche Richtung die theoretische Deutung einzuschlagen habe, und stets ist es bedenklich, die Resultate von Experimenten zur Beantwortung solcher Fragen zu benutzen, die der Experimentierende gar nicht beachtet hat. Wollte ich die psychophysische Theorie nicht aufgeben und die erwähnten Erscheinungen der Apperception anerkennen, so blieb mir somit nur die eine Möglichkeit, durch neue Experimente zu prüfen, ob jene Umdeutung zulässig ist, derzufolge die Apperceptionsthatsachen dem appercipierenden Bewusstsein gewissermassen entzogen und in das Bereich der appercipierten Vorstellungen verlegt werden. Das ist, soweit die Versuche bisher ausgeführt oder geplant sind, das Grundthema der experimentellen Untersuchungen, deren Veröffentlichung ich mit diesem Hefte beginne. Jede bringt in ihrer Art einen Beitrag zu der in so hohem Mass prinzipiellen Frage. Auch die überraschende Bestätigung, welche die bisher zu Ende geführten Untersuchungen ohne Ausnahme meinem Umdeutungsversuch zu teil werden liessen, darf nicht abhalten, die Frage wirklich nach allen Seiten zu prüfen.

Allen Experimenten voran aber ging mir die feste Ueberzeugung, dass, wenn die charakterisierte Auffassung der besprochenen Erscheinungen sich nur irgend als möglich erweisen sollte, sie unbedingt jeder anderen Auffassung vorgezogen werden müsse. Eine einfache methodologische Erwägung war mir für diese Ueberzeugung massgebend. Eine der ersten Anforderungen der wissenschaftlichen Methodenlehre geht bekanntlich dahin, dass jede Hypothese unerklärbare unbekannte Grössen möglichst vermeiden oder, wenn sie nicht eliminierbar sind, möglichst in ihrem Geltungsbereich beschränken soll;

eine Hypothese wird um so weniger befriedigen, je grösser die Rolle ist, welche das Unbekannte in ihr spielt.

Nun enthält unser psychisches Leben, wie wir sahen, zwei Hauptfaktoren, die unserem Verständnis durchaus nicht gleich nahe stehen, einmal den Bewusstseinsinhalt und zweitens die Thätigkeit des Bewusstseins, durch welche es sich jenen Inhalt zu eigen macht, die eigentümliche Form der Aufnahme, kurz wir können sagen, die Bewusstseinsform, die zu dem Bewusstseinsinhalt hinzukommen muss, damit wirklich psychisches Erleben zustande kommt; in der Sprache des Bildes wären die zwei Faktoren die Gegenstände im Blickfeld und das sehende Auge. Wir vergessen über dieser Trennung nicht, dass dieselbe nur wissenschaftliche Abstraktion ist, dass die Vorstellung eines Bewusstseinsinhaltes, der nicht irgend einem Bewusstsein bewusst ist, in der Wirklichkeit unmöglich realisiert ist, ja nicht einmal in dieser Abstraktion vorgestellt werden kann; wir erkannten aber die Notwendigkeit dieser Abstraktion für die psychophysische Untersuchung. Die vom Bewusstseinsinhalt losgelöste Bewusstseinsform bleibt somit stets ein Bild, dessen Veranlassung lediglich darin liegt, dass ich die eigentümliche Grundbedingung jeder meiner Vorstellungen, nämlich dass sie mir gegeben ist, isoliert betrachten kann, unabhängig von der Qualität der Vorstellungselemente. Sobald diese, für die Zwecke der wissenschaftlichen Untersuchung unentbehrliche Scheidung einmal vollzogen ist, so wird es nun aber sofort klar, dass in jeder psychophysischen Hypothese nur dasjenige als physisch bedingt aufgefasst werden kann, was zum Bewusstseinsinhalt gehört, nicht das, was der Bewusstseinsform eigentümlich ist. Das letztere müssen wir mithin einfach als absolut gesetzte Thatsache hinnehmen, die auf nichts anderes zurückgeführt, ja mit nichts anderem in Verbindung gebracht werden kann; das erstere ist der Qualität, Intensität, Koëxistenz und Succession nach durch die dem physischen Kausalgesetz entsprechend ablaufende Reihe phy-

sischer Prozesse bedingt. Wir hatten uns schon früher darüber verständigt, in welchem begrenzten Sinn wir darunter eine eigentliche Erklärung des Bewusstseinsinhaltes zu verstehen haben, ja welche Erwartungen überhaupt eine Erklärung befriedigen könne. Wenn der Begriff der Erklärung aber richtig verstanden wird, so können wir wohl sagen, dass die in bestimmtem Moment auftauchende Wahrnehmungsempfindung uns ihrer Qualität und Intensität nach erklärt erscheint, sobald sie als Begleiterscheinung eines bestimmten physiologischen Prozesses dargethan wird, dessen Auftreten in dem gegebenen Moment notwendig aus den physischen Bedingungen folgte. Dieselbe psychische Erscheinung muss immer wieder auftauchen, sobald die physische wieder eintritt, kann nicht eintreten, wenn die physische nicht gegeben ist, und beide lassen sich in einer widerspruchslosen Gesamtvorstellung zusammenfassen.

Von der Bewusstseinsform gilt das Umgekehrte; sie ist uns unbedingt, mit keiner anderen Thatsache können wir sie in Beziehung setzen, sie steht unvermittelt dem physischen gegenüber, es ist das unbekannte X, das wir nicht eliminieren können, aber auch unmöglich auf irgend eine bekannte Grösse zurückführen können. Selbst wenn wir sagen wollten, jenes X ist an das Gehirn gebunden, so ist das, sobald jene notwendige Abstraktion der Bewusstseinsform vom Bewusstseinsinhalt vollzogen ist, entschieden falsch. Das Bewusstsein hat ja seine Existenz nur in der Bewusstmachung der Inhalte, existiert also nicht, wo kein Inhalt gegeben, und da dieser letztere das Gehirn voraussetzt, so wird das Gehirn auch zur Bedingung des Bewusstseins als Form: bei solcher Betrachtung ist jene abstrahierende Scheidung aber wieder negiert. Wird das Bewusstsein wirklich als das sehende Auge gedacht, so kann jedem Hirnprozess nur ein Bewusstseinsinhalt im Blickfeld jenes Auges entsprechen, das Auge ist dann schon immer die stillschweigende Voraussetzung; die Empfindung kann nicht durch den einen, das Bewusstwerden der-

selben durch einen anderen Prozess ausgelöst werden. Wenn somit der Bewusstseinsinhalt psychophysisch erklärbar ist, die Bewusstseinsform aber psychophysisch stets das unbekannte X bleibt, so kann doch darüber kein Zweifel sein, dass diejenige Hypothese unter den zulässigen zu bevorzugen ist, die möglichst wenig der Bewusstseinsform zuweist.

Wenn wirklich jene psychophysische Unbekannte lediglich auf die Thatsache des Bewusstseins reduziert werden kann als Grundvoraussetzung alles psychischen Lebens, alles übrige dagegen in den Bewusstseinsinhalt eingeordnet und dort erklärt werden kann, so ist den methodologischen Postulaten entschieden in höherem Masse entsprochen, als wenn jenes X lautet: Es existiert ein Bewusstsein, das ausser seiner Eigenschaft, des Bewusstseinsinhaltes bewusst zu werden, auch noch im stande ist, denselben zu bearbeiten, zu gliedern, logisch zu ordnen, an bestimmten Punkten zu fixieren, ihn bald festzuhalten, bald periodisch loszulassen, bald in freier Selbstbestimmung ihn zu verengern, bald zu erweitern, seine Elemente zu vergleichen und zu beurteilen, kurz ein Bewusstsein, das, obgleich nur Voraussetzung, nur Form für allen Inhalt und selbst somit inhaltlos, dennoch eigentlich schon alles das kann, was es mit samt dem ganzen Inhalt vermag. Wer dem psychophysisch Unerklärbaren einen solchen Spielraum gibt, der muss sich fragen, ob es denn eigentlich noch lohnt, den kleinen Ausschnitt psychologischer Thatsachen, der einer psychophysischen Auffassung zugänglich gelassen wird, noch besonderer Aufmerksamkeit zu würdigen; alles für das seelische Leben prinzipiell Wichtige ist dann im Bereich des Unerklärbaren. Wer aber die Möglichkeit ins Auge fasst, die psychophysische Unbekannte auf die Thatsache zu beschränken, dass überhaupt etwas bewusst wird, alle übrigen psychischen Erlebnisse dagegen dem psychophysisch erklärbaren Bewusstseinsinhalt zuzuwälzen, der kann somit darüber nicht im Zweifel sein, dass seine Hypothese allein die gegebenen That-

sachen wirklich in widerspruchslose Beziehungen setzt und dem wissenschaftlichen Fortschritt der physiologischen Psychologie fruchtbar sein muss, während die andere Hypothese der Psychologie oder wenigstens den traditionellen psychologischen Funktionsbeschreibungen wohl bequemer, der Psychophysik dagegen ein unüberwindliches Hindernis war. Die Ansprüche der Psychophysik aber sind massgebender als die der Psychologie. Die Thatsachen der Psychologie hat auch die Psychophysik freilich unbedingt zu respektieren, genau so wie die der Physik; die Deutungsversuche und konventionellen Einteilungsarten, die in beiden Einzelgebieten gebräuchlich, kann sie dagegen völlig ihren Interessen entsprechend umformen. Die Sonderinteressen der einzelnen Erscheinungsreihe müssen dort eben schweigen, da keine die einzige ist, beide Reihen gegeben sind, beide widerspruchslos vereinigt werden müssen und diesem höheren Ziel menschlichen Wissens somit manches in Deutung und Einteilung geopfert werden muss, was sich für die Auffassung der einen Erscheinungsreihe für sich allein als fruchtbar und zweckmässig erwiesen hat.

Damit ist ja nicht gesagt, dass nicht die Psychologie das Recht hätte, solange sie lediglich den psychologischen Standpunkt einnimmt, mit Hypothesen und Hilfsbegriffen, wie unbewussten Vorstellungen und ähnlichem zu operieren, so als wenn eine Verbindung der psychischen Erscheinungen mit physischen überhaupt nicht zu berücksichtigen wäre; in der psychologischen Sphäre werden solche Hypothesen nutzbringend sein und die so nötige Erkenntnis der Bewusstseinserscheinungen auch dann fördern, wenn dieselben Hypothesen vom psychophysischen Standpunkt sich, weil sie physisch unmöglich sind, als unhaltbar erweisen. Ebenso benutzen ja auch die Physiologen Hypothesen, die psychophysisch entschieden zurückzuweisen sind, weil sie psychologischen Thatsachen widersprechen, wie die Annahme rein motorischer Centren, Hypothesen, die aber dennoch für die Entwicklung

der Physiologie sehr wünschenswert sind. Jede einzelne Erscheinungsreihe hat dazu das volle Recht; sie muss nur von diesem Rechte alles das, was zum Unrecht für die andern wird, sofort aufgeben, sobald es die höhere Aufgabe gilt, die verschiedenen Erscheinungsreihen zu einer gemeinsamen Erkenntnismasse zusammenzufassen. Dann dürfen auf beiden Seiten nur die Thatsachen stehen bleiben, nicht die Instrumente, mit denen die Thatsachen ans Licht gefördert; die zusammenfassende Wissenschaft hat ihr eigenes Handwerkzeug, um mit eigenen Instrumenten die Verbindungen beider Thatsachenkomplexe ebenfalls ans Licht zu bringen.

VII.

Nun werden diese ganzen Betrachtungen scheinbar zurückgewiesen oder wenigstens in ihren Ansprüchen erledigt durch die unbestreitbare Thatsache, dass auch diejenige Theorie, welche in charakterisierter Weise das Ordnen, Gliedern, Vergleichen, Beurteilen, Fixieren, Schwanken, Zusammenfassen, alles dem psychischen Subjekt des Bewusstseins, nicht dem Bewusstseinsobjekt zuschreibt und somit dem Bewusstsein jene sogenannten Funktionen der Apperception, nicht blosse Perception beilegt, dennoch für diese Apperceptionsthätigkeit ein physiologisches Substrat annimmt; es ist bekannt, dass Wundt im Stirnlappen des Grosshirns das Apperceptionsorgan vermutet.

Wundts Erörterung der Beziehungen zwischen Bewusstseinszuständen und Gehirnfunktionen ist ein in der physiologisch-psychologischen Litteratur fast unerreichtes Musterbild kritischer Besonnenheit, die gerade in diesem Gebiete so überaus nachahmenswert ist. Da ist jedes Wort aufs strengste abgemessen, und so wird denn auch die Theorie vom Apperceptionsorgan mit jener Vorsicht zum Ausdruck gebracht, die der Ausgestaltung der Hypothesen im einzelnen nach keiner Richtung vorgreift. So können wir denn Wundt vollkommen

beistimmen, wenn er, die pathologischen Befunde der Stirnhirnerkrankungen zusammenfassend, sagt: „Alle jene Beobachtungen beweisen nur, dass in der Stirnregion des Gehirns Elemente gelegen sein müssen, die bei den physiologischen Vorgängen, welche die intellektuellen Funktionen begleiten, unerlässliche Zwischenglieder abgeben." Im einzelnen nimmt Wundt an, dass jenes in der Rinde des Stirnlappens lokalisierte Organ der Apperception mit einem doppelten System von Leitungsbahnen in Verbindung stehe, einem centripetalen, welches ihm die in den sämtlichen Körperorganen stattfindenden sinnlichen Erregungen auf Umwegen zuleitet, und einem centrifugalen, durch welches jenes Organ auf Sinnescentren und Muskelcentren erregend wirkt. Offenbar muss diese Theorie zwei Punkte erläutern: erstens, weshalb der centripetal gereizte Stirnlappen seinen centrifugalen Erregungsimpuls gerade zu dieser, nicht zu jener Gangliengruppe sendet, weshalb er im bestimmten Momente gerade das bestimmte Sinnescentrum beeinflusst, gerade die bestimmte Muskelgruppe anregt; zweitens, in welchem psychischen Vorgang jene centrifugal ausgelöste Erregung uns gegeben ist. Beide Fragen finden sich bei Wundt beantwortet.

Was zunächst die erste Frage betrifft, so kann auch Wundt in streng physiologischem Gedankengang sich nicht der Ueberzeugung verschliessen, dass der Prozess, der mit der peripheren Sinneserregung beginnt, dann centripetale Zuleitung, centrale Erregungen und centrifugale Fortleitung umschliesst und mit der Erregung solcher Ganglien zunächst endet, denen der centrifugale Impuls gilt, eine gewisse Analogie mit der Reflexübertragung darbietet, wenn es sich auch natürlich „um Reflexe der verwickeltsten Art handeln würde". Von dem einfachen Reflex ist dieser kompliziertere offenbar dadurch unterschieden, dass hier die centripetal zugeleitete Sinneserregung nur gewissermassen „einen regulierenden Einfluss" hat, womit angedeutet werden soll, dass an dem entscheidenden Einfluss auf das Endresultat noch andere physio-

logische Vorgänge, gewissermassen Zwischenglieder jenes Reflexes, teilnehmen. „Als solche Zwischenglieder sind aber namentlich wohl die durch die unmittelbaren Sinneserregungen ausgelösten Wiedererneuerungen früherer Erregungen zu betrachten, Vorgänge, welche wir als die physiologischen Grundlagen für die Association der Vorstellungen voraussetzen" [1]). Das Wort „namentlich" besagt hier offenbar, dass in jenen physiologischen Prozessen, die der Association zu Grunde liegen, die eigentlich wesentlichen Glieder bestehen, und schliesst die Möglichkeit aus, dass diese associativen Vorgänge nur etwas Sekundäres sind, die eigentlichen entscheidenden Prozesse aber ganz anderer Art sind.

In der That hat Wundt so die korrekte Stellung der physiologischen Psychologie aufs deutlichste gekennzeichnet und auch von unserem Standpunkt lässt sich nichts dagegen einwenden. Ist nun aber, so müssen wir fragen, diese im wesentlichen aus associativen Vorgängen sich zusammensetzende Leistung des Apperceptionsorgans wirklich identisch mit derjenigen, welche Wundt der Apperception da zuschreibt, wo er sich ausschliesslich mit den psychologischen Zuständen, nicht mit ihrem physiologischen Substrat befasst? Er sagt an solcher Stelle ausdrücklich: „Die Annahme, der Apperceptionsprozess selbst sei ein Resultat der Associationen, würde aller inneren Wahrnehmung widerstreiten. Der verfügbare Stoff an Vorstellungen muss freilich unserem Bewusstsein stets durch die associativen Vorgänge geliefert werden, aber diese enthalten für die inneren schliesslich ebensowenig wie für die äusseren Willenshandlungen den entscheidenden Grund des Geschehens, sondern der letztere kann nur in der, unserer direkten Nachweisung sich entziehenden ganzen Vergangenheit und Anlage des Bewusstseins gesucht werden" [2]). Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieser psychologischen Dar-

[1]) Wundt, Physiologische Psychologie. III. Aufl. Bd. I. S. 237.
[2]) Wundt a. a. O. Bd. II. S. 245.

stellung zufolge das Wesentliche, das Entscheidende des apperceptiven Vorgangs in den associativen Vorgängen nicht zu suchen ist, der Apperceptionsbegriff, der jener psychophysischen Theorie zu Grunde gelegt wird, also ein dem innersten Wesen nach völlig anderer ist als der, mit welchem die Apperceptionsvorgänge psychologisch erklärt werden. Der ersten Theorie zufolge liefert der Stirnlappen im wesentlichen associative Prozesse; diese bilden der zweiten Theorie zufolge aber nur das Material, aus dem das Entscheidende, Ausschlaggebende auszuwählen, gerade die charakteristische Leistung der Apperception sein soll. Diese letztere Leistung, in der allein die Funktion der Apperception besteht, ist somit in den physiologischen Vorgängen des Stirnlappens nicht gegeben, sie hat keine physiologische Unterlage, sie ist ein immaterielles Eingreifen des Bewusstseins in die Thätigkeit der Gehirnzellen, ist selbst aber von keiner Zellenthätigkeit begleitet; das Gehirn bietet dem Bewusstsein das Material zum Entschluss und führt seine Anordnungen aus, der Entschluss und die Anordnung selbst muss es dem durch Anlage und Entwicklung dazu berufenen Bewusstsein überlassen, welches seinerseits nun aber doch wieder alles sehen und hören und fühlen kann, genau, als hätte es noch ein Gehirn für sich zur Verfügung. Auch das Stirnhirn bietet somit gewissermassen nur die Klaviatur; der Spieler, der die Tasten bewegt, schwebt über oder zwischen den materiellen Apparaten; der apperceptive Vorgang bleibt somit physiologisch ein unerklärbares Wunder. So führen die beiden, auch in der gesamten Wundtschen Schule stets nach Belieben abwechselnd gebrauchten Theorien zu ganz entgegengesetzten Konsequenzen; die psychophysische Theorie sieht in den materiellen Vorgängen des Stirnlappens denjenigen physiologischen Vorgang, dessen psychische Begleiterscheinung die Apperception ist; die psychologische Theorie dagegen sieht in diesen Vorgängen nur eine Vorbedingung für die, an kein physiologisches Substrat gebundene, rein psychische Apperception. Die eine sucht

in den Zellen, was die andere zwischen die Zellen verlegt.

Die Lösung dieses Widerspruches ist eine sehr einfache. Wir sahen ja schon früher, dass die Wissenschaft von den psychischen Erscheinungen, solange es sich nur um die Betrachtung der ihr zugehörigen Thatsachen handelt, sehr wohl die Berechtigung hat, genau so wie die Wissenschaft von den physischen Erscheinungen, hypothetische Hilfsgrössen lediglich unter dem Gesichtspunkt einzuführen, dass sie für die Erkenntnis und den Fortschritt des Spezialgebietes förderlich sind, ohne Rücksicht darauf, ob jene Hilfsgrösse mit den Erfahrungen des anderen Gebietes vereinbar ist. Nur darf die Psychologie dann nicht vergessen, dass solch psychologischer Hilfsbegriff eben nur hypothetischen Wert besitzt, nicht den einer Thatsache; sie muss es sich daher gefallen lassen, genau so wie die Naturwissenschaften auf ihrem Gebiet, dass, wenn eine umfassendere wissenschaftliche Betrachtung die Thatsachen des physischen und psychischen Gebietes gemeinsam umspannen will, diese zuvor scheidet, was im Einzelgebiet Thatsache und was Hypothese ist, und dass sie dann, während sie die Thatsachen unbedingt respektiert, von den Hypothesen auf beiden Seiten das verwirft, was sich mit einer, beide Gebiete umfassenden Gesamtvorstellung nicht vereinigen lässt. Gerade für die Apperceptionsthätigkeit trifft das vollständig zu. Die rein psychologische Betrachtung lässt es für die Untersuchung zweckmässig und fruchtbar erscheinen, wenn in dem einheitlichen Hilfsbegriff der Apperception ein kurzes zusammenfassendes Wort für eine Reihe von Vorgängen geschaffen wird, deren Wesen nicht unmittelbar zugänglich, jedenfalls sehr verwickelt ist und deren vorliegende, leicht zugängliche Schlussergebnisse sich aus den einfachen Associationsvorgängen nicht so ohne weiteres erklären lassen.

Sie lässt somit die Frage, ob diese Vorgänge schliesslich auch auf Associationen komplizierteren Gefüges beruhen oder

nicht, ganz dahingestellt, betrachtet vielmehr den ganzen Vorgang als unbekannte Grösse, der sie den Namen Apperception beilegt, und kann nun diesen einheitlichen Ausdruck bequem verwerten, um eingehend die Wirkungen des unbekannten Prozesses zu studieren, wie sie in der Wahl einer bestimmten zu bevorzugenden Vorstellung oder Willenshandlung gegeben sind. Um diese unbekannte Grösse deutlich abzugrenzen, kann die Psychologie, nachdem der Begriff der Apperception konstituiert ist, nun auch mit Recht davor warnen, ihn mit den einfachen Associationsvorgängen durcheinanderzuwerfen. Da nun die Apperception nicht in Associationen aufgehen soll und andererseits fast alle im Bewusstsein vor sich gehenden Vorstellungsbewegungen, soweit sie nicht auf direkter Wahrnehmung beruhen, associativen Charakter besitzen, so liegt die für die Spezialzwecke der Psychologie jedenfalls förderliche hypothetische Hilfsvorstellung nahe, dass die apperceptiven Veränderungen überhaupt nicht auf Veränderungen im Bewusstseinsinhalt, sondern auf Veränderungen und Thätigkeiten des Bewusstseins selbst beruhen.

Inzwischen hat nun aber auch die Physiologie ihre Arbeit verrichtet und ist zu dem Ergebnis gelangt, dass eine Erregung der Ganglienzellen stets physisch bedingt sein muss, eine nichtphysische Einwirkung auf die Zellen somit den Thatsachen widerspricht. — Nun beginnt die Psychophysik ihre Arbeit, die psychischen und physischen Erscheinungen zusammenzukoppeln. Sie sieht sich genötigt, den Zellenerregungen das Auftreten der Vorstellungen parallel zu setzen; wenn die Erregung einer Zellengruppe andere Zellen miterregt, ist somit der Vorgang gegeben, welcher der Vorstellungsassociation entspricht. Hier steht die Psychophysik vor dem Scheideweg. Die Physiologie trägt ihr die Thatsache zu, dass von Blutreizen abgesehen Zellenerregung im Gehirn nur durch physische Reizung seitens anderer nervöser Gebilde vorkommt, dem psychophysisch entsprechen würde,

dass Vorstellungsveränderungen ausser durch Wahrnehmung nur durch Associationen zu stande kommen. Die Psychologie dagegen spricht von der Apperception als demjenigen wesentlichen Bewusstseinsvorgang, der in das Getriebe der gewöhnlichen Associationen eingreift; psychophysisch würde das heissen, dass die Zellenerregung ohne physische Ursache auftritt. Wem soll die Psychophysik folgen? Offenbar der Physiologie! Die Psychologie nämlich verlangt mit ihrer Aufstellung Konsequenzen, welche den Thatsachen der Physiologie direkt widersprechen, so dass eine widerspruchslose Gesamtvorstellung für beide Gebiete unmöglich wird; die Konsequenzen der physiologischen Behauptung widersprechen dagegen durchaus nicht den Thatsachen der Psychologie, sondern nur ihren hypothetischen Hilfsvorstellungen.

Wären letztere für die Auffassung unerlässlich, so wäre die Verschmelzung auch auf dem Boden der physiologischen Theorie unmöglich. Diese Unerlässlichkeit ist aber nirgends erwiesen. Der Apperceptionsbegriff ist als bequeme Hilfsgrösse für die Operationen der Psychologie eingeführt und als das, seinem Wesen nach unbekannte X allen übrigen Bewusstseinsfaktoren, also auch den Associationen ungeprüft entgegengesetzt. Jetzt, wo die Physiologie behauptet, sie kann nur solche Prozesse anerkennen, denen psychologisch Associationen entsprechen, muss doch erst, ehe der Versuch der Versöhnung als hoffnungslos aufgegeben wird, energisch die Frage aufgeworfen werden, ob jener psychologische Hilfsbegriff sich nicht bei spezieller Prüfung auch auf associative Vorgänge zurückführen lässt und somit die Vereinigung derart erlangt ist, dass theoretisch beiderseits festgestellt wird, alle centralen Erregungen beruhen entweder auf centripetaler Reizung oder auf Vorgängen associativer Natur. Es würde dadurch der Psychologie nicht die Möglichkeit genommen, gewisse besonders komplizierte und in gewissem Sinn konstante Associationsgruppen unter dem Sondertitel Apperception zusammenzufassen, sie müsste dieses Bestreben nur überall da

aufgeben, wo es sich nicht um rein psychologische, sondern um psychophysische Betrachtung handelt. So operiert denn auch Wundt in seiner psychologischen Darstellung nicht ohne Berechtigung mit einem Apperceptionsbegriff, der die Apperception allen Associationen und somit allen Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes entgegensetzt, so dass ihr Wesen in Veränderungen des Bewusstseins selbst gesucht werden muss; mit noch grösserem Recht aber stellt er bei der psychophysischen Betrachtung die Apperception so dar, dass sie auf Associationen, mithin auf Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes, nicht des Bewusstseins zurückgeführt werden kann.

Unsere Aufgabe war es nun, uns für eine psychophysische, nicht für eine psychologische Theorie zu entscheiden. Wundts psychologischen Apperceptionsbegriff können wir somit nicht verwerten, weil er mit den physiologischen Thatsachen nicht vereinbar ist. Wir müssen somit seinen psychophysischen Apperceptionsbegriff bevorzugen. In ihm liegt aber, wie wir sahen, die Anerkennung, dass auch der apperceptive Vorgang aus Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes, nicht aus Thätigkeiten des Bewusstseins abzuleiten ist; damit fällt uns nun die Aufgabe zu, dieses Prinzip wirklich systematisch für alle apperceptiven Vorgänge durchzuführen. Bisher war dieses in keiner Weise versucht. Nicht nur bei Wundt, sondern in der gesamten physiologisch-psychologischen Apperceptionspsychologie ging dieser Versuch nie über die allgemeine Aufstellung des Prinzips hinaus, dass schliesslich alles im Grunde associativ sei; sobald es sich irgendwo um psychologische Einzelausführung handelte, stellte sich immer zur rechten Zeit die viel bequemere psychologische Apperceptionstheorie ein, d. h. an die Stelle des psychologisch komplizierten und deshalb der Erklärung bedürftigen Punktes wurde die unbekannte Grösse der Apperception eingesetzt, deren Name darüber hinwegtäuschte, dass jenes Gebiet psychophysisch ganz unerklärt blieb, insofern diejenige Apperception, für die man das physiologische Substrat gefunden,

nicht die war, für welche man es gebrauchte. Es bleibt also bei der Thatsache bestehen, von der wir ausgingen, dass nämlich, solange die Apperceptionserscheinungen auf Thätigkeiten des Bewusstseins zurückgeführt werden, die Psychophysik ein physiologisches Substrat für dieselben nicht kennt, vielmehr physiologisch mit Wundern rechnen muss, die in das physische Geschehen eingreifen und psychophysisch mit lauter unbekannten Grössen rechnen muss, die so wichtig und entscheidend sind, dass der Wert der psychophysisch berechenbaren Grössen dadurch nahezu illusorisch wird. Die Psychophysik hat daher alles Interesse daran, die Apperceptionserscheinungen auf Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes, in der Art der Associationen, zurückzuführen, eine Tendenz, deren Richtung wohl gezeichnet ist durch das Wundtsche Postulat, der Apperception im Stirnlappen ein physiologisches Substrat zu geben, die aber in der Einzelausführung der psychophysischen Theorie bisher noch nicht unternommen wurde unter Verzicht zu gunsten eines rein psychologischen Apperceptionsbegriffes.

Wir müssen aber einen Augenblick auch noch bei jener zweiten Frage verweilen, die wir in dem Apperceptionsbegriff gegeben fanden. Bisher handelte es sich nur darum, wie das Apperceptionsorgan dazu komme im bestimmten Moment gerade auf diese, nicht auf jene sensorische und motorische Gangliengruppe einzuwirken; jetzt fragt es sich, worin diese Einwirkung besteht. Wir werden auch hier die Disharmonie zwischen psychophysischer und psychologischer Theorie wiederfinden und auch hier zu der Ueberzeugung kommen, dass jene die psychologische Analyse beherrschende Auffassung der Apperceptionswirkung zurücktreten muss, wo ein psychophysisches Verständnis angebahnt werden soll. Wir können den Gegensatz auch hier wieder dahin zusammenfassen, dass nach der psychophysischen Theorie der Apperceptionseffekt in einer physiologischen Erregung besteht, deren psychologische Begleiterscheinung eine Veränderung der im Bewusst-

sein vorhandenen Vorstellungsmassen, also des Bewusstseinsinhaltes ist, während nach der psychologischen Auffassung der Inhalt unverändert bleiben kann, der Apperceptionseffekt vielmehr darin besteht, dass das Bewusstsein selbst sich verändert hat, das Bewusstsein selbst etwas leistet. Von keiner Seite wird sich Widerspruch erheben, wenn Wundt dort, wo er die Funktionen der Grosshirnhemisphären darstellt, den Apperceptionsvorgang „zunächst in einem den Sinnescentren zufliessenden Erregungsvorgang" sieht; ihn begleitet ein Erregungsvorgang, der motorischen Centren zufliesst, der aber in vielen Fällen eindeutig bestimmter Apperception auch wegbleiben kann und somit nur sekundär ist. Die psychologischen Erscheinungen sind daraus leicht abzuleiten. Wenn in einem Sinnescentrum eine Erregung ausgelöst wird, so entspricht ihr eine Vorstellung; war jenes Centrum schon vorher erregt, die Vorstellung also schon im Bewusstsein, so wird der Erregungszuwachs auf die Vorstellung verändernd einwirken.

Ueber die Art der Erregung im Verhältnis zu der Art des psychologischen Auftretens wissen wir bekanntlich nichts Näheres; es ist somit nur eine sehr oberflächliche Analogie, wenn wir gemeinhin annehmen, dass je stärker die Erregung, desto intensiver die Vorstellung. Jedenfalls kennen wir noch eine zweite Veränderungsart der Vorstellung, ihre Merkmale nämlich können sich mehr voneinander abheben und kontrastieren, sie wird dadurch deutlicher und klarer. Wir könnten mit demselben Recht sagen, diese Klarheit und nicht die Stärke der Vorstellung beruht auf der Intensität des Reizes, die Stärke beruht vielleicht auf qualitativen Vorgängen; eines wie das andere ist Willkür, wir können nur feststellen, dass wir über die Art der Zellenerregung nichts wissen, mithin physiologisch keine Unterschiede machen, nur von einer stärkeren oder schwächeren Erregung sprechen, psychologisch dagegen uns zwei Richtungen der Vorstellungsveränderung bekannt sind: Klarheit und Stärke. Es ist mithin völlig im Rahmen der physiologischen Theorie, wenn wir annehmen,

dass jene den Sinnescentren zufliessende Erregung die Klarheit der Vorstellung verstärke, weniger die Intensität derselben. Auch die psychologische Deutung jener motorischen Erregung ist ohne Schwierigkeiten. Die Wirkung auf das motorische Centrum kann ja nur die sein, dass eine Muskelkontraktion eintritt, welche als Bewegungsempfindung wahrgenommen wird.

Zwei Vorgänge werden somit in unserem Bewusstsein auftreten, sobald jene physiologischen Prozesse der Apperception ablaufen: erstens wird die Vorstellung deutlicher und klarer, zweitens empfinden wir eine Spannung in unserer Muskulatur. Ist dieses in der psychophysischen Darstellung geforderte Ergebnis nun aber wirklich identisch mit demjenigen, zu dem die Apperceptionspsychologie bei ihrer rein psychologischen Betrachtung gelangt? Die Wirkung der Apperception soll hier vielmehr die sein, dass, während die Vorstellung unverändert bleibt, das Bewusstsein selbst an Schärfe zunimmt, die wachsende Klarheit der Vorstellung also nicht durch zunehmende Deutlichkeit in den Vorstellungsmerkmalen, sondern durch zunehmende Anstrengung des Bewusstseins hervorgerufen wird. Und ebenso ist jene Spannungsempfindung der psychologischen Theorie zufolge nicht die Wahrnehmung einer reflektorisch ausgelösten Muskelspannung, sondern die unmittelbare Empfindung eben jener gesteigerten Aufmerksamkeitsspannung. Wir sollen neben dem Kommen und Gehen der Vorstellungen geradezu eine innere Thätigkeit in uns wahrnehmen können, die wir hier als Thätigkeit unseres Bewusstseins deuten sollen, während die physiologische Theorie doch nur die eine Deutung zuliess, dass auch jene Thätigkeitswahrnehmung nur eine der kommenden und gehenden Vorstellungen ist, die absolut nichts mit der Thätigkeit unseres Bewusstseins gegenüber den Vorstellungen zu thun hat, sondern lediglich durch vollzogene Muskelkontraktionen peripher ausgelöst wird. Dass alle diese psychologischen Deutungen nicht auf physiologisches Substrat

zu gründen sind, ist evident. Da, wie wir sahen, das Bewusstsein als solches nicht Funktion eines besonderen Gehirnteiles sein kann, nicht zu der physiologischen Erregung, welche die Vorstellung auslöst, noch eine andere Erregung hinzukommen kann, damit das Bewusstsein diese Vorstellung sich aneignet, Bewusstsein vielmehr die Voraussetzung für jedes psychische Geschehen ist, so kann es auch keine Organerregung geben, welcher eine grössere oder geringere Schärfe des Bewusstseins, eine energischere oder schwächere Thätigkeit des Bewusstseins entspricht. Wir stehen also auch hier vor der Alternative: entweder die psychophysische Deutung, dann muss der Versuch gewagt werden, die Erscheinungen wirklich eingehend auf Grund derselben und unter Verzicht auf die damit unvereinbare psychologische Deutung im einzelnen zu analysieren, oder aber die psychologische Deutung anerkennen mit dem Verzicht auf psychophysisches Verständnis, die Apperceptionserscheinungen mithin als unerklärbare Thatsachen hinnehmen, ohne den Versuch, sie mit physiologischen Vorgängen in Beziehung zu setzen. Da letztere Entscheidung eben alles unerklärt lässt, widerspräche es den methodologischen Prinzipien der Wissenschaft, nicht wenigstens probeweise sich für das erste Unternehmen zu entscheiden. Alles also drängt zu der Aufgabe hin, die Apperceptionserscheinungen statt aus Thätigkeiten des Bewusstseins, aus Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes zu erklären.

VIII.

Je deutlicher ich mir nun diese Aufgabe vergegenwärtigte, desto nützlicher erschien es mir, von vornherein eine klare Vorstellung über einen Begriff zu schaffen, in dessen Vieldeutigkeit mir kein geringer Anteil an der Schuld der widerstreitenden Theorien zu liegen schien. Es war der Begriff des „Ich“, den in seinen zahllosen Beziehungen wirklich zu erörtern nicht in den Verfolg meines psychophysischen Ge-

dankenganges gehörte, den ich aber so weit begrenzen und klarstellen musste, dass seine Stellung unter den psychischen Faktoren ersichtlich ist und speziell deutlich wird, ob er zum Bewusstseinsinhalt oder zur Bewusstseinsform gehört, ob das Ich, um bei dem üblichen optischen Vergleich zu bleiben, identisch ist mit dem, unser Bewusstsein repräsentierenden Auge oder ob es ein Teil der im Blickfeld vorhandenen Objekte ist. Unter dem wahrnehmenden, appercipierenden Ich lediglich eine Reihe von Vorstellungen zu verstehen, wie man es auf Grund metaphysischer Voraussetzungen in neuerer Zeit häufig gethan, widerspricht entschieden dem gemeinhin mit dem Wort verbundenen Sinn. Das Ich ist uns in erster Linie der Träger des Bewusstseins; es ist das psychische Subjekt, das des seelischen Inhaltes teilhaftig wird, dem Selbstbewusstsein und der Aufmerksamkeit vorangeht und als notwendige Voraussetzung schon in der ersten Sinneswahrnehmung enthalten ist. „Ich“ hatte Empfindungen schon bei meinem ersten Atemzug, als von einem selbstbewussten Aneignen, von appercipierenden Vorstellungsreihen noch gar nicht die Rede sein konnte; „ich“ war es, der empfand, das Bewusstsein, das den ersten Inhalt erhielt, war „mein“ Bewusstsein, kurz, das „Ich“ ist uns das Subjekt der Bewusstseinsthätigkeit.

Wenn das Ich somit Subjekt ist, als solches also dem sehenden Auge, nicht dem sichtbaren Objekte gleicht, so liegen offenbar zwei Möglichkeiten vor. Entweder greift es in den Verlauf der Vorstellungen ein; dann ist jegliches Bemühen, alle psychischen Veränderungen ohne Zuhilfenahme einer Bewusstseinsthätigkeit zu erklären, vergeblich; oder aber es greift nicht ein, sieht unthätig nur zu, wie die Vorstellungen kommen und gehen und sich selber ohne das Ich schieben und drängen. Das letztere widerspricht offenbar jeglicher Erfahrung. Wenn irgend etwas in unseren Vorstellungsbewegungen Einfluss hat, so ist es das Ich mit seinen Gefühlen und Strebungen, seinen Erfahrungen und Maximen; hier liegt ja geradezu das treibende Moment unserer gesamten

geistigen Welt. Wenn somit die zweite Möglichkeit nicht zutrifft, so bleibt nur die erste Möglichkeit, dass der Versuch, alle Vorstellungsbewegung unabhängig von dem Bewusstseinssubjekt zu erklären, von vornherein vergeblich ist; richtiger, diese Möglichkeit bliebe als die einzige, wenn das „Ich", auf das sich die beiden Aussagen beziehen, wirklich in beiden Fällen dasselbe wäre. Diese Voraussetzung trifft aber durchaus nicht zu.

Das Wort Ich bezeichnet in unserer Sprache zwei ganz verschiedene Begriffe, und wenn überall zugegeben wird, dass unser Ich bald als Subjekt, bald als Objekt gedacht wird, so bedarf es entschieden des Zusatzes, dass es zwar falsch ist, beide als zwei verschiedene Vorstellungsreihen zu unterscheiden, insofern das Ich als Subjekt keine Vorstellung, sondern die absolute Voraussetzung des Vorstellens ist, dass es aber genau ebenso falsch ist, den Inhalt von Subjekt und Objekt psychologisch für identisch zu erklären. Die metaphysischen Spekulationen, in welche diese Identität schon fast bis zur Unsichtbarkeit eingehüllt ist, bleiben dabei völlig ausser Betracht; nur das psychologische Verhältnis hatte mich zu beschäftigen und von diesem Standpunkt spricht alles dagegen, das Ich, welches Bewusstseinszustände erlebt, für übereinstimmend zu halten mit dem Ich, welches unseren Körper und unsere Erfahrungen einbegreift. Beides sind ganz verschiedene Faktoren und nur das unglückliche Wort „Selbstbewusstsein" verleitet immer wieder zu der Täuschung, als würde jenes Ich genannte psychische Subjekt bei der Wahrnehmung des ebenfalls Ich genannten Objektes sich wirklich seiner selbst bewusst. Ein Selbstbewusstsein existiert überhaupt nicht; wenn das Ich, dessen einzige Funktion das Bewusstsein ist, sich seiner Existenz, d. h. seines Bewusstseins, direkt bewusst werden soll, so wird es zu der Rolle des Münchhausen verurteilt, der sich am eigenen Schopf in die Höhe zog. Sowenig wie die Netzhaut sich selber sehen kann, so wenig kann das Subjekt des Bewusstseins Bewusst-

sein von sich selbst haben. Alles dasjenige, dessen unser Subjekt-Ich im sogenannten Selbstbewusstsein sich bewusst wird, ist jener Komplex von Vorstellungen, der die Persönlichkeit konstituiert.

Es ist ja oft geschildert, wie dieser Komplex sich langsam ausbildet, wie er um Gefühle, Willensimpulse und Körperempfindungen herumkristallisiert, wie er durch Aufnahme von Kenntnissen und Grundsätzen einen Maximalumfang erlangt, der sich durch Ausscheidung des Unwesentlichen für den denkenden Menschen langsam wieder verkleinert, um für eine philosophische Minderzahl, für je einen etwa auf hunderttausend lebende Menschen, sich schliesslich so zu reduzieren, dass von allen Eigentümlichkeiten der Persönlichkeit nur die Fähigkeit, Bewusstseinszustände zu erleben, als der wesentliche Kern übrig bleibt. Offenbar harmoniert auch diese letzte philosophische Abstraktion vollkommen mit der oben entwickelten Auffassung, dass auch Gefühle und Willensakte genau so wie die Vorstellungen der Aussenwelt nur Komplexe von wahrgenommenen Empfindungen sind; die Thatsache, dass die Persönlichkeit sich der Gefühle und Strebungen bewusst wird, ist für sie also nicht wesentlicher als dass sie sich der sinnlichen Körperempfindungen bewusst wird, das gemeinsame Charakteristische ist, dass sie überhaupt Bewusstsein hat. Trotzdem ist nun aber selbst dieses philosophisch begrenzte Ichobjekt durchaus nicht dasselbe, welches psychisches Subjekt ist, denn selbst jenes reduzierte Ichobjekt soll nicht das wirkliche Bewusstseinssubjekt sein, sondern immer nur die gesamte Persönlichkeit bezeichnen, an der nur die Möglichkeit, Bewusstseinszustände zu erleben, besonders betont wird. Ja, dieses letztere soll gar nicht heissen, dass diese Bewusstseinseigenschaft der Ichpersönlichkeit eine wirklich wahrnehmbare ist, sondern es soll nur heissen, dass jedes einzige wahrnehmbare Element dieses Ichobjektes auch fehlen könnte, keine Körperempfindung, kein Gefühl, kein Willensakt absolut notwendig ist für dieses Objekt, weil, wie Herbart

sagt, jede beliebige Stütze weggezogen werden kann und die anderen es doch tragen. Die Bewusstseinseigenschaft wird hier also nur deshalb betont, um damit gewissermassen denjenigen Punkt anzudeuten, zu dem alle diejenigen erfahrungsmässig gegebenen Vorstellungsreihen, welche das Ich zusammensetzen, thatsächlich konvergieren; dieser Punkt selbst ist aber weder erfahrungsmässig gegeben, noch gehört er zu den konstituierenden Elementen des Ichobjektes.

Wenn wir sagen, dass unsere objektive Vorstellung von unserem Ich sich in seine Bewusstseinsfunktion konzentriert, so kann das also nur den Sinn haben, dass das Ich zwar selbstverständlich stets die Gesamtheit derjenigen Bewusstseinsinhalte ist, die wir auf unseren Leib beziehen, niemals die Bewusstseinsfunktion selbst, die ja nie Bewusstseinsinhalt werden kann; dass wir aber, weil jeder Bewusstseinsinhalt gleichmässig fehlen kann und auch jeder von vielen gleichmässig geeignet ist, um die Ichvorstellung zu kennzeichnen, keinen einzelnen dieser unserer Bewusstseinsinhalte, weder das ins Bewusstsein gedrungene Gefühl noch den Willen noch die Gemeinempfindung als wesentlich hervorheben, sondern an ihre Stelle das Bewusstsein setzen, insofern letzteres die Bedingung für alle jene Bewusstseinsinhalte ist und somit gleichsam alles vertreten kann, was es enthält. Uebersehen darf dabei aber nie werden, dass diese Stellvertretung doch sehr gewagt ist, da gar zu leicht der Schein entsteht, als wäre das Bewusstsein selbst eines der empirisch gegebenen Elemente des Ichobjektes, als hätte gleichsam unser Bewusstsein erst die Körperempfindungen, dann die Gefühle, die Vorstellungsverbindungen, die Willensakte und schliesslich auch noch das Bewusstsein erlebt und hätte aus allen diesen Faktoren sich das Ich komponiert, um von dessen Eigenschaften schliesslich das Bewusstsein als die wichtigste zurückzubehalten. Nein, Bewusstsein kann nie Eigenschaft des Ich sein, es ist lediglich die Grundbedingung der Bewusstseinsinhalte, der Vorstellungen und somit auch

derjenigen Vorstellungen, welche das objektive Ich zusammensetzen. Das Bewusstsein kann nie die Eigenschaft einer leiblichen Persönlichkeit sein, weder unseres objektiven Ich noch einer fremden Person; wenn wir das Bewusstsein als Funktion des Gehirns auffassen oder irgendwie wenigstens in das Innere des Körpers verlegen, so ist das ja ein bequemer Ausdruck, der für die Zwecke der psychophysischen Spezialwissenschaft ausreicht, aber bei der Erörterung prinzipieller Fragen darf doch nie übersehen werden, dass solch ein Ausdruck, soweit er auch über die naive Auffassung hinausgeht, doch nicht minder weit noch von erkenntnistheoretischer Kritik entfernt ist. Das Bewusstsein nimmt keinen Ort ein, da Bewusstseinsinhalte selbst erst die Bedingungen räumlicher Ordnung sind. Wenn wir unser Bewusstsein in unser Gehirn verlegen, so heisst das nur, dass wir, nachdem sich unsere Bewusstseinsinhalte in zwei Vorstellungssysteme geordnet haben, in eines, das auf ein dreifach mannigfaltiges Substrat bezogen uns das Bild der materiellen Welt, einschliesslich unseres Körpers, bietet und in ein anderes Vorstellungssystem, das auf kein Substrat bezogen lediglich aus koexistierenden und succedierenden Bewusstseinsinhalten besteht: wir beide so vorzustellen genötigt sind, dass in dem zweiten System keine Aenderung eintreten kann, ohne dass auch in dem auf unser Gehirn bezüglichen Teil des ersten Systems eine Aenderung eintritt. Kein Bewusstseinsinhalt verändert sich ohne Gehirnveränderung und keine Veränderung in der materiellen Welt wird von einer Veränderung des Bewusstseinsinhaltes begleitet, wenn erstere nicht auch eine Veränderung im Gehirn hervorruft. Immer aber ist an unser Gehirn nur bestimmter Bewusstseinsinhalt, wie eine Farben- oder Tonempfindung oder ein Gefühl oder ein Affekt oder ein Impuls oder eine Tastempfindung gebunden, nicht das Bewusstsein selbst, das für die Vorstellung von einem Gehirn genau so wie für jene Empfindungen die absolut gegebene Voraussetzung ist.

Und was von uns selbst gilt, gilt erst recht natürlich von jeder fremden Persönlichkeit; bei ihr sind uns ja nicht einmal jene beiden Systeme gegeben, sondern nur das eine, das materielle. Wir sehen und hören nicht den fremden Bewusstseinsinhalt, sondern nur die Ausdrucksbewegungen, aus denen wir darauf schliessen, dass auch bei jener fremden Persönlichkeit die materiellen Vorgänge, die wir wahrnehmen, von ähnlichen Vorgängen begleitet sind, wie bei uns selbst; wir konstruieren so das zweite System hinzu, müssen mithin auch konsequent unsere Ergänzung so weiterführen, dass wir dort dasselbe annehmen, was wir in uns finden, nämlich dass vom Standpunkt des fremden Bewusstseins auch wieder das Bewusstsein die absolut gesetzte Vorbedingung ist, nicht eine unter anderen Eigenschaften. So sehen wir, dass unser Ich als Objekt lediglich die aus mannigfachen Elementen in langsamer Entwicklung im Bewusstsein aufgebaute Vorstellung der Persönlichkeit ist, zuerst nur die Vorstellung desjenigen Leibes, dessen Alteration Gefühle ins Bewusstsein rief und dessen Bewegungen den im Bewusstsein auftauchenden Willensimpulsen entsprachen, bis im Bild dieser Persönlichkeit immer mehr Faktoren des immateriellen Systems in den Vordergrund traten; das Bewusstsein selbst aber ist nur fälschlich jener Persönlichkeit als Eigenschaft beigelegt.

Gerade das Umgekehrte gilt von dem Ich als psychisches Subjekt, also von derjenigen Ichpersönlichkeit, welche wirklich die Bewusstseinszustände erlebt; auch sie ist ein Produkt einer für praktische Zwecke geeigneten, auf unkritische Analogie gestützten Ausdrucksweise. War bei dem objektiven Ich fälschlich der Persönlichkeit Bewusstsein zugeschrieben, so wird bei dem subjektiven Ich das Bewusstsein fälschlich auf eine Persönlichkeit bezogen. Gegeben ist ja nur der Bewusstseinsvorgang und nur dem Umstand, dass wir ihn wie jeden Vorgang, sobald wir ihn uns objektiv vergegenwärtigen wollen, unter dem aus der Anschauungssphäre entnommenen Bilde einer Thätig-

keit, einer Funktion, einer Leistung denken müssen, führt uns dahin, eine Persönlichkeit als Subjekt jener Thätigkeit anzunehmen. Beruht auf jener bildlichen Vorstellungsweise doch schon die ganze Zerlegung des gegebenen Vorganges in ein Bewusstsein und einen vom Bewusstsein angeeigneten Bewusstseinsinhalt, in ein Vorstellen und eine Vorstellung; wie man auch immer das einheitlich Gegebene in Prädikat und Objekt zergliedern mag, stets bedarf man dann auch des Subjekts. Dass aber gerade dieser Vorgang jenem Bilde streng logisch nicht untergeordnet werden darf, geht eben daraus hervor, dass der betreffende Prozess die gegebene Vorbedingung aller Auffassung ist, auf ihn also nicht diejenige Auffassungsform übertragen werden kann, die nur durch Analogie aus der Auffassung eines einzelnen Objektes, nämlich unseres Körpers und seiner Wirksamkeit, auf andere Objekte hinübergenommen wurde. Wenn wir die unberechtigt ergänzte Persönlichkeit getrost als Ich bezeichnen, so entlehnen wir damit lediglich den Ausdruck für die aus langsamer Erfahrung gewonnene Vorstellung von derjenigen physischen Persönlichkeit, deren Bewegungen mit psychischen Vorgängen zusammenfallen.

Unser Ich als Subjekt ist somit ein hypothetisches Substrat, auf welches wir das unbedingt gegebene Bewusstsein beziehen, wenn wir seine Aneignung eines Bewusstseinsinhaltes als Thätigkeit vorstellen, die als solche ein Subjekt voraussetzt; der wirkliche Gehalt jenes Ichsubjektes beruht somit in der Thatsache des Bewusstseins, die mit dem Ich gar nichts zu thun hat. Der Gehalt des Ichobjekts beruht dagegen in dem Vorstellungskomplex, der die Persönlichkeit konstituiert, der sich aus Körperempfindungen, Vorstellungsverbindungen, Gefühlen u. s. w. zusammensetzt, aber mit dem Bewusstsein nichts zu schaffen hat. Wenn somit das Ichsubjekt des Ichobjekts bewusst wird, so heisst das nur, dass in das vorhandene Bewusstsein das Bild derjenigen Persönlichkeit tritt, deren physische Veränderung psychische Ver-

änderungen mit sich bringt, von einem Seiner-selbst-bewusstwerden ist also gar keine Rede; das Ich als Subjekt und als Objekt sind zwei ganz verschiedene Dinge.

IX.

Nun können wir zu unserem Ausgangspunkt zurück. Wir mussten zugeben, dass unser Ich mit seinen Gefühlen, Maximen, Impulsen von höchster Bedeutung für den Ablauf der Vorstellungen ist und wollten anderseits den Versuch wagen, nachzuweisen, dass unser Ich nur der Zuschauer der psychischen Vorgänge ist, dass letztere sich ganz ohne sein Eingreifen abspielen. Dieser Versuch wäre von vornherein vergeblich, wenn das Ich der ersten Behauptung dasselbe wäre, wie das der zweiten. Jetzt haben wir aber zwei ganz verschiedene Ichs kennen gelernt und sehen nun auf den ersten Blick, dass hier von beiden die Rede ist. Das Ich mit seinen Gefühlen und Maximen ist jenes Ichobjekt, das lediglich Bewusstseinsinhalt ist, genau wie die Vorstellung der Mitmenschen, der Tiere, der Pflanzen, der Dinge; es wird mithin bei dem Ablauf der Vorstellungsbewegungen in prinzipiell derselben Weise durch Associationen u. s. w. auf die Vorstellungen einwirken, nur wird gerade dieser Komplex von Vorstellungen durch seine Konstanz und Stärke seiner Elemente weitaus wichtiger und häufiger in den Ablauf der Vorstellungen eingreifen, als die Vorstellung eines Mitmenschen oder einer Landschaft. Immer jedoch wird es bei dem Eingriff dieses Objektes sich nur um Beeinflussungen des Bewusstseinsinhaltes unter sich handeln, mithin um Veränderungen, die psychophysisch sehr wohl den Veränderungen im physischen Substrat parallel zu setzen sind. Das Ich dagegen, dessen scheinbare Eingriffe wir als nicht vorhanden nachweisen wollten, das ist das Ichsubjekt, das eben in letzter Linie das Bewusstsein selbst ist. Die Frage, ob dieses Ichsubjekt, wie die Apperceptionspsychologie es will, selbständig

in die Vorstellungsbewegung eingreifen kann, ist somit davon ganz unabhängig. Dass es das nicht kann, ist aus dem Vorhergehenden noch in keiner Weise bewiesen; bewiesen ist nur, dass der thatsächlich vorhandene Einfluss des Ichobjektes auf die Vorstellungen der Frage nach dem Einfluss des Ichsubjektes durchaus nicht, wie es zuerst erscheint, irgendwie präjudiziert; und bewiesen ist ferner, dass, wenn jene Auffassung irgendwie durchführbar ist, derzufolge das Bewusstseinssubjekt ohne Einfluss und ohne Veränderung ist und nur wie ein starres Auge den Bewusstseinsinhalt wahrnimmt, dass sie dann das psychophysische Verständnis unendlich mehr erleichtert, als diejenige Auffassung, nach der das wahrnehmende Bewusstsein selbst thätig ist, ordnet und leitet, schwankt und intermittiert, vergleicht und beurteilt, zusammenfasst und zerlegt, ja dass nur jene erstere Auffassung eine wirklich geschlossene psychophysische Theorie bietet, während diese wohl den psychischen Erscheinungen, nicht aber den physischen gerecht wird. Ob jene Auffassung durchführbar oder gar beweisbar ist, das ist die Frage, zu deren Beantwortung die Mehrzahl der folgenden Experimentaluntersuchungen Material bieten will. Dass der gesamte, aus ganz verschiedenen Gebieten vorurteilslos gesammelte Versuchsstoff bisher so entschieden für die entwickelte Auffassung spricht, zu deren Prüfung ich die Versuche unternahm, das drängt mich doch zu der Vermutung. dass auch die weiteren Schwierigkeiten zu überwinden sein werden, nachdem die grössten überwunden sind, oder zu ihrer Ueberwindung wenigstens die Vorbedingungen erfüllt sind.

In der That sind es ohne Zweifel die festesten Stützen der bisherigen Apperceptionsauffassung, an deren Erschütterung die folgenden Versuche mithelfen. Die Frage, ob wirklich ein prinzipieller Unterschied zwischen associativer und apperceptiver Vorstellungsverbindung bestehe, musste am nächsten liegen; die dem Bewusstsein zugeschriebenen periodischen Funktionen, wie die Schwankungen der Aufmerksam-

keit oder die Periodizität des Zeitseins musste besonderes Interesse in Anspruch nehmen, ebenso wie Umfang des Bewusstseins und Einheit der Apperception. Im Gebiet der sinnlichen Wahrnehmung aber musste sich alles um die Frage konzentrieren, wie kommt das Vergleichen, das Beurteilen der Empfindungen zustande? Mir schwebte wohl ein Weg vor, dieses Vergleichen von der Thätigkeit des wahrnehmenden Subjekts unabhängig zu deuten, aber nur wo es sich um einfache Empfindungen handelt, die intensiv verschieden sind; die ebenfalls vergleichbaren Wahrnehmungen von Zeitstrecken, Raumgrössen, Tondistanzen wollten sich dem nicht fügen. Da begann ich denn zu prüfen, ob nicht auch diese Vorstellungen auf einfache Intensitätsabstufungen zurückzuführen sind; so entstanden die Untersuchungen über Tonschätzungen, Augenmass, Raumsinn des Ohres, und Zeitsinn, um schliesslich in Untersuchungen über die Grundlagen des psychophysischen Gesetzes der Theorie für das ganze Gebiet der Sinneswahrnehmung ganz neue Anhaltspunkte zu geben.

Dass die eine Versuchsreihe der theoretischen Grundfrage näher steht als die andere, ist selbstverständlich, und ebenso selbstverständlich, dass die Versuche oft mehr besagten, als die ursprüngliche Fragestellung erheischte, ja dass oft die Versuche, noch häufiger vielleicht die Erörterungen, weit über die ursprüngliche Aufgabe hinausführten. Die theoretischen Erwägungen, die ich geschildert, waren eben mehr der gemeinsame Ausgangspunkt, als der Zielpunkt der Untersuchungen; gerade deshalb hoffe ich, dass auch diejenigen, welche jenen Erwägungen von vornherein ablehnend gegenüberstehen, mit den theoretischen Betrachtungen nicht auch gleich die experimentellen Ergebnisse für gerichtet erklären, sowenig wie ich aus der Bestätigung, welche die Versuche meinen Erwägungen brachten, schon einen endgültigen Beweis für die Richtigkeit derselben entnehme.

Willkürliche und unwillkürliche Vorstellungsverbindung.

(In der folgenden Abhandlung bezeichnet σ stets ein tausendstel einer Sekunde, also 100 σ = 0,1 Sekunde.)

I.

Es sind zwei ganz gesondert unternommene Experimentaluntersuchungen, deren Ergebnisse ich in der folgenden Studie zusammenfasse. Die eine führte ich gemeinsam mit Dr. A. Thumb, die andere mit Dr. H. Rieger und Dr. H. Mayer aus. Ihre Aufgaben sind zunächst ganz verschieden, beide zielen aber schliesslich nach demselben Punkte und beide Fragestellungen gingen aus derselben Erwägung hervor.

Wer sich bemüht, die psychophysische Theorie so konsequent auszugestalten, dass alle Bewusstseinserscheinungen auf Veränderungen des physisch bedingten Bewusstseinsinhaltes zurückgeführt werden können, ein Zurückgehen auf die Eigenschaften und Leistungen, auf Anlage und Entwicklung eines physisch unbedingten Bewusstseins somit entbehrlich wird, der sieht für seine Bestrebungen zunächst kein grösseres Hinderniss als jene Scheidewand, welche sich zwischen dem Reich der ungezügelten, unwillkürlichen Associationen und dem Gebiet der geordneten willkürlichen Vorstellungsbewegungen erhebt. Metaphysische Vorstellungen, welche diese Trennung dadurch aufheben, dass sie auch das Bewusstwerden der gewöhnlichen Associationen auf Willens-

akte zurückführen, kümmern uns dabei natürlich nicht, da wir ja nur eine Präzisierung der psychophysischen Vorstellungen anstreben, welche mit der Metaphysik um so weniger zu schaffen hat, als die einfachste erkenntnistheoretische Erwägung jeden belehrt, dass die Vorstellungen von den physischen Veränderungen selbst psychisch gegeben sind und die Erhebung der psychophysischen Hilfsvorstellungen zu erkenntnistheoretisch geprüften Dogmen ein nicht der Widerlegung werter metaphysischer Materialismus wäre. Wenn wir diese materialistische Metaphysik ebenso wie jene Willensmetaphysik aber beiseite lassen und das Problem als ein rein psychophysisches auffassen, so ist jene Trennung zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Vorstellungsreproduktion zunächst unanfechtbar.

„Die wechselseitige Wirkung unserer Vorstellungen kann in zügelloser Association sich zum wildesten Spiel steigern, ohne dass sie uns das Bewusstsein spontaner Thätigkeit gibt. Dieses geht uns gerade da verloren, wo die Vorstellungsbewegung sich anscheinend selbst regiert. Der Einfluss des Willens auf die Vorstellungsbewegung, welchem unsere innere Erfahrung unmittelbare Gewissheit verleiht, steht daher geradezu der selbstthätigen Regsamkeit der Vorstellungen gegenüber" [1]. „Eine so wichtige Grundlage auch die Associationen und speziell die Assimilationen für die höheren psychischen Entwickelungen bilden, so lassen sich doch nimmermehr diese in jene ohne Rest auflösen" [2]. Dieser Gegensatz tritt aber noch schroffer hervor, wenn an die physische Repräsentation beider Arten der Vorstellungsbewegung gedacht wird. So sagt selbst Riehl [3], dessen prinzipielle Erörterungen über das Verhältnis der psychischen Erscheinungen zu den materiellen Vorgängen den Höhepunkt der Diskussion einnehmen dürften: „Während wir ohne Schwierigkeit für die äussere Association

[1] Staude in Wundts Phil. Stud. Bd. I. S. 164.
[2] Wundt, Phys. Psych. Bd. II.[2] S. 369.
[3] Riehl, Philos. Kriticismus. Bd. II.[2] S. 214.

der psychischen Erscheinungen in allgemeinen Eigenschaften des Mechanismus der nervösen Substanz die entsprechenden objektiven Thatsachen nachweisen können, sofern dieser Mechanismus überall zur Zusammenordnung der Bewegung und deren Einübung durch Wiederholung führt, ist für die Association durch innere Verwandtschaft an eine mechanische Repräsentation nicht zu denken. . . . Sie ist nur für das Selbstbewusstsein und durch dasselbe vorhanden und müsste sich dem objektiven Anblick entziehen, auch wenn dieser vollständig alle äusserlich erkennbaren Vorgänge in der nervösen Substanz umfassen würde. Ich nenne sie aus diesem Grunde die psychische Association."

Gleichviel nun, wie man diesen Gegensatz benennt, er ist in der gesamten deutschen Psychologie so ausgeprägt, dass jeder Versuch, das seelische Leben auf physisch bedingten Vorstellungszusammenhang zurückzuführen, zunächst ohne weiteres vor den höheren geistigen Prozessen stehen bleibt und anerkennt, dass hier nicht mehr äussere Berührung der Vorstellungen die Entscheidung für den Gedankenverlauf trifft, sondern der seelische Wille selbst, von intellektuellen Motiven geleitet, unter diesen durch Associationsmotive dargebotenen Vorstellungen die Auswahl trifft. Diese Auswahl, diesen Eingriff aus höherer Sphäre, nun selbst wieder aus den disponiblen Associationen, und somit aus physisch bedingten Prozessen abzuleiten, liegt also zunächst gar kein Anlass vor, und dennoch unterliegt es keinem Zweifel, dass ein solcher Versuch notwendig ist, wenn wirklich alle psychischen Erscheinungen auf den physisch bedingten Bewusstseinsinhalt zurückgeführt werden sollen. Die Aufgabe war somit zunächst die, solche Fragestellung einzuführen, aus deren Beantwortung Material zu der Entscheidung darüber gewonnen werden kann, ob die willkürliche Vorstellungsbewegung in ihrem Verlauf, in ihrem Wesen, in ihrem Endziel, von dem subjektiven Willensgefühl abgesehen, sich von der unwillkürlichen Association prinzipiell unterscheidet, ob dieses Willens-

gefühl wirklich eine Ursache für veränderten Lauf der Vorstellungen, oder ob es nur eine sekundäre Begleiterscheinung ist, durch welche die Vorstellungsbewegung selbst nicht alteriert wird.

Es wäre ja möglich, dass die passive und die aktive Vorstellungsreproduktion gleichermassen physisch bedingte Associationen sind, die theoretisch gar nicht verschieden sind und nur deshalb verschieden erscheinen, weil das eine Mal dem Vorgang ein Empfindungskomplex beigemischt ist, den wir Willensgefühl nennen, während er das andere Mal fehlt; dieser Empfindungskomplex könnte ja aber selbst eine physisch bedingte, passive Association sein, deren Einfluss von dem Einfluss sonstiger Associationen vielleicht nicht verschieden ist. Direkt ist diese Frage natürlich nicht zu entscheiden; zu einer Lösung auf indirektem Wege könnte aber doch mancherlei beitragen.

Zwei Wege scheinen mir da besonders wichtig. Einmal nämlich fragt es sich, ob die durch willkürliche Vorstellungsbewegung hervorgerufenen psychischen Endresultate nicht auch ohne bewusste Willensthätigkeit erzielt werden können, ob nicht auch diese höheren intellektuellen Funktionen sich unter gewissen Bedingungen ohne bewusste Apperception hervorbringen lassen; die erreichten Ergebnisse wären dann das Produkt rein physischer Vorgänge und die theoretisch durchgängige Scheidung erwiese sich somit als prinzipiell unberechtigt, wobei die Fälle automatischer Koordination durch Einübung selbstverständlich ausgeschlossen werden müssen. Auf diesem Wege sucht die erste Untersuchung vorwärts zu kommen. Es kann nun aber die Prüfung, wie sich bei den höheren intellektuellen Leistungen die Associationen zu den scheinbar nicht auf Associationen zurückführbaren Faktoren verhalten, auch dadurch gefördert werden, dass die zeitlichen Verhältnisse der verschiedenen Vorgänge untersucht werden, wobei eine systematisch anwachsende Komplizierung der Funktionen bis

zu verwickelten Denkakten nicht ausserhalb der experimentellen Möglichkeit liegt. In diesem Sinne beschäftigt sich die zweite Arbeit mit solchen Urteilsbildungen, welche geeignet sind, durch Variation der Vorgänge einen Blick in den Mechanismus des psychischen Getriebes gerade dort zu gestatten, wo es sich um den Uebergang von passiven zu aktiven Vorstellungsbewegungen handelt.

Das Thema der ersten Arbeit war bisher überhaupt nicht behandelt; für das der zweiten existiert schon einiges Material, besonders durch die geistreichen psychometrischen Untersuchungen von Cattell. Dasselbe ist jedoch unter wesentlich anderen Bedingungen und Gesichtspunkten gewonnen, so dass wir an dasselbe anzuknüpfen nicht in der Lage waren, vielmehr auch hier selbständig vorgingen. Beide Arbeiten sind zeitmessende und experimentieren mit den aus den Reaktionsversuchen der Wundtschen Schule bekannten, von Wundt ausführlich dargestellten Instrumenten [1]), deren Einrichtung ebenso wie die Technik der gewöhnlichen Reaktionsexperimente, um Elementares nicht zu wiederholen, als bekannt vorausgesetzt wird. Auch ich prüfte, nach Langes Angaben, das Hippsche Chronoskop vor jeder Versuchsreihe durch den äusserst zweckmässigen Kontrollhammer. Als Hilfsapparat bei der ersten Arbeit diente uns ein mit klaviaturähnlichen Tasten versehener Schlüssel, wie ihn schon Merkel [2]) benutzt hat.

Die allen Versuchen gemeinsame Anordnung bestand also darin, dass der galvanische Strom die Tausendstel-Sekunden-Uhr dann in Bewegung setzte, sobald die durch den Schlüssel des Experimentierenden und den Schlüssel des Reagierenden führende Leitung geschlossen wurde. Die Zeit vom Schluss dieser Leitung bis zu ihrer Oeffnung wurde dadurch messbar.

---

[1]) Wundt, Physiol. Psych. Bd. II. [3] S. 274 ff.

[2]) Merkel in Wundts Phil. Stud. Bd. II. S. 86, Abbildung Tafel 1.

Nun erfolgte der Schluss durch den Druck des Experimentierenden auf seinen Schlüsselknopf bei gleichzeitigem Aussprechen eines Wortes; die Oeffnung erfolgte dagegen durch das Loslassen des Schlüssels seitens des Reagierenden, derart, dass bei der ersten Arbeit einer der fünf Finger der rechten Hand sich von den Tasten hob, während bei der zweiten Untersuchung nur eine Taste benutzt wurde, die bei schwachem Heben des rechten Zeigefingers die Leitung öffnete; bei dieser zweiten Arbeit wurde gleichzeitig mit der Fingerbewegung ein Wort auszusprechen begonnen. Im ersteren Falle wurde somit die Zeit gemessen, die vom Aussprechen des zugerufenen Wortes bis zum Aufheben eines bestimmten Fingers der einen Hand verfloss, im zweiten Falle bis zum Aussprechen eines Lautes. Bei sämtlichen Versuchen war ich der Experimentierende; Fehlerquellen aus individuellen Verschiedenheiten des Wortzurufens waren also ausgeschlossen und lange Uebung hat mich befähigt, den Schluss des Tasters genau gleichzeitig mit dem Aussprechen des entscheidenden, meist einsilbigen Wortes auszuführen. Dass auch alle sonstigen Vorsichtsmassregeln benutzt wurden, um äussere Störungen, Ermüdung, Uebung u. s. w. fernzuhalten, die Aufmerksamkeit nicht zu zerstreuen und durch ein Signal auf den Versuch zu konzentrieren, bedarf nicht erst ausführlicher Darlegung. Beide Untersuchungen wurden im wesentlichen im Sommersemester 1888 angestellt; hier nicht näher dargestellte Vorarbeiten und Vorversuche für die erste Arbeit beschäftigten mich schon seit vier Jahren.

II.

Die überraschenden Ergebnisse derjenigen Arbeit, bei welcher Dr. phil. A. Thumb als Reagierender thätig war, möchte ich in der Darstellung anknüpfen an die vortreffliche Untersuchung von L. Lange über den Vorgang der einfachen

Reaktion auf Sinneseindrücke [1]). Langes Experimente wiesen nach, dass die Reaktionszeit bei Sinneseindrücken völlig verschieden ist, je nachdem die Aufmerksamkeit vor der Reaktion auf den zu erwartenden Sinneseindruck oder auf die auszuführende Bewegung gerichtet ist. Nur im ersteren Fall liegt uns eine vollständige Reaktion vor, bei der auf die bewusste Auffassung des Eindrucks der Wille zur Bewegung folgt; im zweiten Falle haben wir dagegen eine verkürzte Reaktion, charakterisiert dadurch, dass die schon vorher beabsichtigte eingeübte Bewegung durch den Reiz sofort reflexartig ausgelöst wird, noch ehe eine bewusste psychische Aneignung des Reizeindruckes eintrat und ohne dass auf den Eindruck noch ein bewusster Willensakt folgte. Die vollständige Reaktion dauert regelmässig länger als die verkürzte; nur bei letzterer treten dagegen zeitweilig Fehlreaktionen oder gar vorzeitige Reaktionen ein.

Unter dem Gesichtspunkt der Wundtschen Apperceptionspsychologie stellen sich beide Reaktionsarten folgendermassen dar: die vollständige Reaktionszeit schliesst Perception und Apperception des Eindrucks, sowie die Willenserregung vornehmlich als impulsive Apperception ein, bei der verkürzten Reaktionszeit dagegen ist der Prozess der Apperception wahrscheinlich ganz eliminiert und die Akte der Perception und des Bewegungsimpulses fallen mutmasslich zeitlich zusammen, weil der letztere nicht mehr vom Willen ausgeht, sondern, sobald der Eindruck erfolgt, reflexartig ausgelöst wird [2]). Die verkürzten Reaktionen extremer Art sind somit „lediglich durch Einübung entstandene Gehirnreflexe“, so dass die gemessene Zeit gar keine psychophysische, sondern ausschliesslich physiologische Bedeutung besitzt. Gerade die Fehlreaktionen können als sicheres Anzeichen dafür betrachtet werden, dass der Reiz nicht vor, sondern erst nach erfolgtem

---

[1]) L. Lange in Wundts Phil. Stud. Bd. IV. S. 479 ff.

[2]) Wundt, Physiol. Psych. II.[3] S. 265.

Bewegungsimpuls appercipiert wird. „Dieser Impuls selbst wird daher als ein Gehirnreflex aufgefasst werden können, bei dem die eintretenden Bewusstseinsvorgänge auf den Zeitverlauf des Vorgangs selbst ohne Einfluss sind“ [1]).

Es ist eine notwendige Konsequenz dieser Auffassung, wenn Wundt ausdrücklich betont, dass die Untersuchung komplizierterer psychischer Akte allein von der vollständigen Reaktion wird ausgehen können [2]), und selbst die Bestimmung des einfachen Erkennungs- oder Unterscheidungsaktes ist an und für sich nach Wundt nur möglich, wenn man sich der vollständigen Reaktionsform bedient [3]). Ganz davon unabhängig ist es, dass, wie auch Wundt hervorhebt [4]), durch längere Einübung selbst zusammengesetzte Reaktionen automatisch werden können, wenn die Zahl der Eindrücke, zwischen denen unterschieden, und der Bewegungen, zwischen denen gewählt werden soll, eine eng begrenzte ist und womöglich die Zuordnung einer Bewegung zu einem bestimmten Eindruck durch äussere Bedingungen begünstigt wird. Ein Automatischsein der Reaktionen in diesem Sinne kam in unseren Versuchen gar nicht in Frage, da von diesen objektiven Bedingungen, deren Zusammenwirken erfordert wird, eigentlich keine einzige zutraf. Die Eindrücke, zwischen denen unterschieden werden sollte, waren zugerufene Worte, die ihrer Zahl nach unbegrenzt; die Bewegungen, fünf an Zahl, entsprechend den fünf Fingern, überschritten auch schon jene enge Grenze; von einer äusseren Bedingung, welche ein bestimmtes Wort einem bestimmten Finger zuordnet, ist ebenfalls keine Rede, und jede längere Einübung ist schliesslich dadurch ausgeschlossen, dass bei den entscheidenden Versuchen kein einziges Wort zweimal zugerufen wurde, vielmehr immer und immer neue Worte gewählt

[1]) A. a. O. S. 289.
[2]) A. a. O. S. 269.
[3]) A. a. O. S. 302.
[4]) A. a. O. S. 320.

wurden. Dass bei den mehr vorbereitenden Versuchen es in der Anordnung bedingt war, dass dieselben Worte sich oft wiederholten, wird sich als ganz unwesentlich erweisen.

Wenn nun selbst bei komplizierten, scheinbar den intellektuellen Motiven folgenden Wahlakten, bei denen durch die Versuchsbedingungen eine automatische, durch Einübung erworbene Koordination absolut ausgeschlossen ist, dennoch eine Reaktionsform angewandt werden kann, welche sich in jeder Beziehung als verkürzt erweist; wenn auch in diesen Fällen zwischen vollständigen und verkürzten Reaktionen beliebig gewechselt werden kann, die dem intellektuellen Motiv folgende Bewegung also auch schon ausgeführt wird, ehe eine Willenserregung ins Bewusstsein tritt, ja vielleicht gleichzeitig mit der bewussten Erkennung des zugerufenen als Motiv dienenden Wortes: so glaube ich darin doch einen Beweis sehen zu müssen, dass es eine Grenze zwischen psychophysischen und bloss physischen Prozessen nicht gibt, die komplizierteren Wahlbewegungen eben auch lediglich Gehirnreflexe sind, deren psychische Begleiterscheinung für den Vorgang selbst ohne Einfluss. Der Prozess liefe dann genau so ab, wenn seine Zwischenglieder uns nicht bewusst werden; alles, was uns dabei bewusst wird, wäre mithin nur passiv erlebte Empfindung und Empfindungsreproduktion, die unser Bewusstsein wahrnimmt, ohne in ihre Reihenfolge einzugreifen.

Ich berichte zunächst über die objektiven Bedingungen und Ergebnisse der Versuche, ohne vorläufig einer psychologischen Analyse der subjektiven Faktoren näher zu treten. Als Ausgangspunkt für die Untersuchung der komplizierteren Vorgänge musste zunächst der für den Reagierenden gültige Zeitwert der vollständigen und der verkürzten Reaktion auf einfachen Schalleindruck, hervorgerufen durch einen ausgestossenen Laut, für jeden Finger der rechten Hand einzeln festgestellt werden. Hier wie in allen folgenden Versuchen sind für jeden Finger acht bis zehn Versuche ange-

stellt, deren arithmetisches Mittel berechnet wurde; da sich aber ergab, dass irgendwelche erkennbaren Unterschiede für die einzelnen Finger nicht vorliegen, so gebe ich hier nicht die jedesmal erhaltenen fünf Werte, sondern wieder nur den arithmetischen Mittelwert dieser fünf Grössen, so dass die angegebenen Zahlen aus jedesmal vierzig bis fünfzig Versuchen gewonnen sind.

Niemals wurde eine gefundene Zahl um ihrer objektiven Beschaffenheit willen fortgelassen, dagegen habe ich jede Zahl gestrichen, bei deren Zustandekommen nach sofortiger Aussage des Reagierenden eine Störung mitwirkte und ausserdem bei jeder neuen Versuchsgruppe stets den ersten Versuch unberücksichtigt gelassen. Bezüglich der verschiedenen Finger kann ich noch zufügen, dass in einer grösseren Reihe von Vorversuchen es sich ergab, dass der Daumen und der fünfte Finger etwas grössere Zeiten zur Reaktion erforderten als die anderen Finger und dass der Ringfinger fast niemals allein gehoben wurde, vielmehr der dritte oder dritte und fünfte Finger mitreagierten. Der erstere Unterschied verschwand nach einiger Uebung, so dass, als wir in die eigentlichen Versuche eintraten, alle fünf Finger gleichmässig schnell funktionierten. Die Mitbewegungen kehrten dagegen häufig, besonders bei unwillkürlichen Reaktionen, wieder; aus dem Verhältnis der Bewegungsgrösse liess sich aber stets leicht feststellen, ob beispielsweise der vierte Finger reagierte und die Bewegung des dritten nur eine, aus den anatomischen Verhältnissen resultierende Mitkontraktion war, oder ob der dritte und vierte koordiniert reagierten, eine Wahl zwischen beiden also noch nicht stattgefunden hatte.

Die Reaktion auf gleichmässig ausgestossenen Schall musste natürlich für einen Finger nach dem anderen festgestellt werden, ohne dass ein Wahlvorgang in Frage kam. Das Resultat war, dass die Reaktion, wenn die Aufmerksamkeit vor dem Versuch lediglich auf den erwarteten Eindruck gerichtet ist, 162 σ in Anspruch nimmt; ist die Aufmerksam-

keit dagegen auf die auszuführende Fingerbewegung gerichtet, wobei eine deutliche Spannungsempfindung in dem betreffenden Finger wahrgenommen wird, so sinkt die Zeit auf 120 σ; die Differenz von 42 σ gibt also die Zeit an, um welche die sogenannte vollständige Reaktionszeit verkürzt wird, wenn die Aufmerksamkeit vorher statt auf den Eindruck auf die Bewegung gelenkt wird. Vorzeitige Reaktionen kamen nicht vor, da die Signale in wechselnden Zwischenräumen gegeben wurden, und ebenso fehlten disparate Sinnesreize, an welche sich Fehlreaktionen hätten anschliessen können.

Die Differenz von 42 σ ist wesentlich kleiner als diejenige, welche L. Lange und seine Versuchspersonen konstatierten; die Zeiten der verkürzten Reaktion freilich stimmen genau, dieselben betragen[1]) für Ludw. Lange: 123 σ, für Nik. Lange 125 σ und für Belkin 137 σ, dagegen betragen die entsprechenden Zeiten der vollständigen „sensoriellen" Reaktion: 230 σ, 223 σ, 224 σ, die Differenz ist hier also etwa 100 σ gegen 42 bei unseren Versuchen. Dass es sich da um eine individuelle Verschiedenheit handelt, ist bei der Uebereinstimmung der drei erstgenannten kaum anzunehmen, dagegen ist es nicht unmöglich, dass Dr. Thumb doch zuweilen seine Aufmerksamkeit unabsichtlich zwischen Eindruck und Bewegung teilte, also eine Mischform produzierte, zumal auch bei ihm vereinzelte Werte bis über 200 σ hinausgingen. Wichtiger aber scheint mir ein anderes. Unsere vollständige Reaktion unterschied sich von der verkürzten lediglich durch die beschriebene Veränderung in der Richtung der vorangehenden Aufmerksamkeit, dagegen wurde während des Versuches vom Reagierenden in keiner Weise darauf acht gegeben, ob diese Aufmerksamkeit auch beim Eintritt des Reizes ihre Pflicht that. Es liegt ja sehr nahe, dass der Reagierende, wofern er vorher seine Aufmerksamkeit auf den Reiz gerichtet, nicht früher

[1]) Lange in Phil. Stud. Bd. IV. S. 493.

reagiert, als bis er ein Bewusstsein davon hat, dass die Aufmerksamkeit nun auch wirklich den Reiz erfasst hat, er also nicht sofort dann reagiert, wann er den Reiz aufmerksam wahrnimmt, sondern erst, sobald auch noch die Reflexion eingetreten ist, dass diese Wahrnehmung nun wirklich geglückt sei. Ich kann dieses Bedenken, das für die Unterscheidungszeiten, meiner Ueberzeugung nach völlig zutreffend, schon von Kries [1]) hervorhebt, auch hier nicht unterdrücken, wo es sich um Langes „extrem sensorielle" Reaktionen handelt. Ich habe in der That den Eindruck, dass hier ein Reflexionsakt zwischengeschoben sei, der mit der veränderten Richtung der vorher gespannten Aufmerksamkeit an sich gar nichts zu thun hat und dass diese Zwischenschiebung Ursache dafür war, dass jene drei zu so grossen Zahlen gelangten. Die Resultate der weiteren Versuche ergeben übrigens deutlich, dass die Beurteilung derselben kaum irgendwie davon berührt würde, wenn auch in unseren Versuchen die urgierte Differenz 100 statt 42 σ betragen hätte.

Die nächste Versuchsgruppe umfasste unzweifelhafte Vorgänge einer „Wahl", wenn ich zunächst bei den herkömmlichen Ausdrücken stehen bleibe. Es wurde eine der fünf ersten Zahlen zugerufen und auf eins der Daumen, auf zwei der Zeigefinger u. s. w. von der Klaviatur gehoben. Sobald die Aufmerksamkeit auf den zu erwartenden Zuruf gelenkt war, so betrug die Reaktion 383 σ, war sie der Bewegung zugerichtet, 289 σ, die Differenz also 94 σ. Der Ausdruck „der Bewegung zugerichtet" ist nun aber nicht ganz korrekt, da er nicht ausreicht. Bei der einfachen Reaktion gab es ja nur Reiz und Bewegung, ein Mittelding war nicht vorhanden, hier schiebt sich aber zwischen beide auch noch die Vorstellung der Zahlen oder genauer die Verbindung zwischen Zahl und Finger. Ich kann meine Aufmerksamkeit

---

[1]) v. Kries, Ueber Unterscheidungszeiten. Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. Bd. XI. S. 10.

der Vorstellung zuwenden, dass der Zahl eins der Daumen entsprechen soll, ohne dass ich deshalb die Aufmerksamkeit auf die Bewegungsinnervation jenes Daumens richte. Nun ist es aber, wie sich jeder sofort leicht überzeugt, sehr wohl möglich, diese Vorstellung, dass ein bestimmter Finger einer bestimmten Zahl entsprechen soll, mit der Innervationsvorstellung fest zu verschmelzen, so dass man die Aufmerksamkeit beiden gemeinsam, wie einer Gesamtvorstellung, zuwenden kann; man hat das Gefühl, als innerviere man nicht Daumen oder Zeigefinger, sondern Finger eins, Finger zwei.

In genau derselben Weise kann man mit jedem der fünf Finger auch jede andere Vorstellung fest verbinden, etwa, wie im nächsten Versuche, mit dem ersten Finger den Nominativ, mit dem zweiten den Genetiv u. s. w. Diese Zuordnung der vorher festgesetzten Begriffe ist somit, wenn der Versuch beginnt, schon fest eingeprägt und eingeübt; der zu untersuchende Wahlvorgang ist davon natürlich ganz unabhängig. In allen folgenden Fällen besteht die Veränderung der Aufmerksamkeitsrichtung also nicht nur darin, dass sie einmal dem Reiz, das andere Mal der Bewegungsinnervation aller fünf Finger zugewandt ist, sondern im zweiten Fall ist sie stets derjenigen Gesamtvorstellung zugerichtet, die sich aus der Innervationsempfindung und den mit den einzelnen Fingern durch vorherige Festsetzung und Einübung verknüpften fünf Vorstellungen zusammensetzt. In der dargestellten Versuchsgruppe war diese Verbindung noch dadurch befestigt, dass über jeder Taste mit grossen gedruckten Ziffern die entsprechende Zahl angebracht war, der Gesichtseindruck sich also noch mit der Muskelempfindung verbinden konnte.

Dass es sich bei den verkürzten Reaktionen dieser zweiten Versuchsgruppe wirklich um psychophysische Verkürzungen handelt, die durch die veränderte Richtung der Aufmerksamkeit bedingt sind, beweist der Umstand, dass die vollständigen Reaktionen keine einzige Fehlreaktion aufweisen, bei den

verkürzten Reaktionen dagegen vier ganz falsche Reaktionen und vor allem häufige Mitbewegungen anderer Finger vorkamen. Alle vier falschen Fälle betreffen den vierten Finger, für den zweimal der dritte, zweimal der fünfte gehoben wird; Mitbewegungen treten derart ein, dass bei einem Drittel der Fälle mit dem Daumen der zweite Finger eine schwache Bewegung mitmachte, bei etwa der Hälfte der Fälle mit dem dritten Finger sich der zweite mitbewegte und in sämtlichen Fällen mit dem vierten Finger sich der dritte und fünfte mithebt, zweimal mit dem fünften der vierte. Dass trotzdem der richtige Finger stets dem Hauptstoss folgte, war leicht zu sehen und wurde auch vom Reagierenden deutlich wahrgenommen. Unerwähnt dürften diese Mitbewegungen bei der verkürzten Reaktion aber nicht bleiben, da sie auf die physiologischen Erregungs- und Hemmungsvorgänge interessantes Licht werfen; dass sie nicht anatomisch notwendig sind, geht selbstverständlich daraus hervor, dass sie bei der vollständigen Reaktion kein einziges Mal eintraten. Nicht minder erwähnenswert aber dürfte sein, dass die vier falschen Reaktionen nicht etwa kürzer als die richtigen waren, sondern, die verkürzten Reaktionen weit überdauernd, 376, 510, 422 und 480 σ lang waren, also den Durchschnitt der vollständigen Reaktionen von 383 σ noch übertrafen; es wurde hier durch die Lenkung der Aufmerksamkeit auf die Bewegung mithin keine voreilige Reaktion ausgeführt, sondern es lag in diesen Fällen irgend eine verzögernde und die Reaktion in falsche Bahn lenkende Störung vor.

Ich erwähne hierbei, dass wir in dieser Versuchsgruppe die Untersuchung auch auf die Reaktion aller zehn Finger ausdehnten und dementsprechend eine der zehn ersten Zahlen zuriefen. Das Ergebnis war eine Reaktionszeit von 478 σ bei Richtung der Aufmerksamkeit auf den Eindruck, also ein Zuwachs von 95 σ gegenüber der Wahl zwischen fünf Fingern. Als wir jedoch dazu übergingen, dass der Reagierende seine Aufmerksamkeit den Bewegungen und den ihnen zugeordneten

Zahlen zuwenden sollte, ergaben sich so unverhältnismässig viele Fehlreaktionen, dass die gestellte Aufgabe als schwer erfüllbar oder wenigstens erst nach langer Uebung erfüllbar erscheinen musste. Offenbar können wir unsere Aufmerksamkeit nicht allen Fingern und noch zehn daran geknüpften Vorstellungen gleichmässig zuwenden. Aus diesem Grunde haben wir von der Benutzung aller zehn Finger für die weiteren Versuche abgelassen und uns auf die Finger der rechten Hand beschränkt. Andererseits möchte ich doch hervorheben, dass ebenso wie bei den erwähnten Fehlreaktionen der fünf Finger jetzt auch bei den viel häufigeren Fehlreaktionen der zehn Finger die Fehler nicht darin bestanden, dass irgend ein beliebiger Finger zufällig gehoben wurde, sondern regelmässig der benutzte falsche Finger dem zugerufenen richtigen benachbart war. So wurde für den dritten der vierte, für den siebenten fünfmal der achte, für den neunten der zehnte gehoben u. s. w.

In Vergleich zu ziehen wären unsere Zahlen für die Wahl zwischen fünf, resp. zehn Fingern mit den entsprechenden, welche Merkel gefunden hat. Wenn wir die dort getrennt angegebenen Zeiten für Reaktions-, Unterscheidungs- und Wahlvorgang addieren, wie ja auch bei unseren Versuchen alle drei Vorgänge gemeinsam von den gewonnenen Zahlen gemessen werden, so ergibt sich, wenn wir die Zahlen von seiner Versuchsperson G. L. weglassen, welche durch häufige Fehlreaktionen sich als abnorme charakterisieren [1]), für die übrigen neun Teilnehmer die Zeit von 417, 436, 452, 492, 494, 497, 506, 516, 576, also durchschnittlich 487 σ für die Reaktion mit fünf Fingern, und 596, 602, 604, 612, 613, 619, 635, 654, 661, also durchschnittlich 622 σ, für die Reaktion mit zehn Fingern [2]). Die Zahlen sind also nicht unerheblich länger als die unserer vollständigen Reaktionen. Es ist

---

[1]) Merkel in Phil. Stud. Bd. II. S. 93.

[2]) A. a. O. S. 100. 102. 106.

dabei aber zu beachten, dass dort die Zahlen dem Auge, bei uns dem Ohre geboten wurden, die Reaktion auf Lichteindruck aber langsamer erfolgt, die einfache Reaktion der neun Versuchspersonen durchschnittlich dort 187, dagegen bei uns, wenn ich die Mitte zwischen vollständiger und verkürzter nehme, 141 σ betrug. Ausserdem ist es möglich, dass zu diesem Unterschied von 46 σ noch ein weiterer dadurch kommt, dass die Schallvorstellung nicht nur rascher den Sinn anregt als die gedruckte Zahl, sondern vielleicht auch rascher innerlich verarbeitet wird. Ueberdies liegt die Annahme nahe, dass die Wundtsche Apperceptionstheorie, unter deren Einfluss die Merkelsche Arbeit entstand, die Versuchspersonen auch hier verleitete, erst dann zu reagieren, sobald sie sich im stillen gesagt, dass der Zahlerkennungsakt wirklich vollendet ist und dadurch die Zeit grösser wurde als bei unseren Versuchen.

Die nächste, die dritte Versuchsgruppe, beruhte darauf, dass den fünf Fingern die fünf ersten Kasus zugeordnet wurden; dem Daumen entsprach der Nominativ, dem fünften der Vokativ. Die zugerufenen Worte waren: lupus, lupi, lupo, lupum, lupe mit dem Ton auf der letzten Silbe, wobei selbstverständlich auch erst beim Aussprechen der Endung der elektrische Strom geschlossen wurde. Wieder wechselten stets Versuche vollständiger und Versuche verkürzter Reaktion. Ich hoffe, mit diesen Ausdrücken kein Missverständnis zu erwecken; die Reaktionen sind zunächst nicht dadurch verschieden, dass die eine vollständig, die andere verkürzt ist, sondern dadurch, dass bei der einen die Aufmerksamkeit vor dem Versuch auf den Eindruck, bei der anderen auf die Bewegung und die ihr zugeordneten Vorstellungen gerichtet war. Nur weil bei den bisher allein bekannten Versuchen von Lange sich die Sinnesreaktion ersterer Art als länger dauernd, die zweiter Art als kürzer dauernd erwiesen hat, und andererseits die Selbstwahrnehmung dort zu der Annahme führte, dass es sich bei der zweiten

Art um Ausschaltung solcher Phänomen handelt, die bei der ersten auf einander folgten, nur deshalb hat sich der Gebrauch eingebürgert, die Reaktionen nach der einen Methode als vollständige, die nach der anderen Methode als verkürzt zu bezeichnen.

Wenn auch ich im folgenden mich dieser bequemeren Ausdrucksweise bediene, so soll damit keinenfalls für die psychophysische Hypothese präjudiziert werden, welche durch den Ausdruck „vollständig" angedeutet zu sein scheint, und ebensowenig soll damit schon als selbstverständlich bezeichnet werden, dass diejenige Methode, bei der die Aufmerksamkeit der Bewegung zugewandt ist, auch in den Fällen komplizierterer Wahl schlechthin kürzere Werte ergeben muss. Im Gegenteil, es wäre ja sehr wohl denkbar, vielleicht sogar von vornherein näherliegend anzunehmen, dass, wenn die Aufmerksamkeit vor dem Versuch auf die Bewegung gelenkt ist, sie durch den eintretenden Reiz vielleicht abgezogen und [illegible] zugelenkt wird; es wäre dann der Vorgang ja ent-[illegible] noch komplizierter und vermutlich deshalb auch [illegible] dauernd, als bei der sogenannten vollständigen Reaktion, [illegible] der die Aufmerksamkeit von vornherein dem Eindruck [illegible] ist. „Vollständig" heisst hier also nichts [illegible], als dass die Aufmerksamkeit bis zum Be-[illegible] des Versuches dem Schalleindruck des zuzu-[illegible] Wortes zugewandt ist; während „verkürzt" [illegible] bedeutet, dass die Aufmerksamkeit auf die [illegible] Bewegungsmöglichkeiten und die [illegible] zugeordneten Vorstellungen gerichtet ist. [illegible] Sinne kann ich das Ergebnis unserer dritten Ver-[illegible] mit Deklination dahin zusammenfassen, dass die [illegible] Reaktion 465 σ, die verkürzte Reaktion 355 σ [illegible] Differenz also 110 σ. Bei der verkürzten [illegible] nur eine einzige wirklich falsche Reaktion ein, [illegible] wurde der dritte und zweite Finger zu-[illegible] dagegen traten bei der richtigen Reaktion

des dritten, vierten und fünften Fingers wieder häufige Mitbewegungen der Nachbarfinger hinzu. Vollständig unterblieben dieselben übrigens auch nicht bei der ersten Methode, da sich zweimal hier mit dem vierten der fünfte Finger mitbewegte.

Bei den bisher besprochenen Wahlreaktionen, also unserer zweiten und dritten Versuchsgruppe, kann nicht ohne Grund der Einwand erhoben werden, dass es sich hier um automatische Koordination durch Einübung handle, da es ja immer dieselben fünf Zahlen, resp. fünf Worte waren, die zugerufen wurden, eine rein physiologische Zuordnung von Reiz und Bewegung sich also vielleicht einstellen konnte. Es wäre dann freilich nicht recht verständlich, weshalb diese reflektorische Bewegungsauslösung, sobald die Zuordnung eingeübt ist, nicht auch bei der vollständigen Reaktion eintreten sollte; immerhin wäre es ja aber denkbar, dass bei der vollständigen Reaktion der reflektorische Ablauf gewissermassen gehemmt wird bis zu dem Moment, in welchem der Reagierende den Eindruck deutlich unterschieden hat und erst der Reflexionsakt: „jetzt ist es Zeit zum Reagieren“ diese Hemmung des reflektorischen Ablaufes aufhebt. Es entspräche dieser Prozess ja freilich nicht den gewollten Versuchsbedingungen, die ja nichts anderes erforderten, als dass die Aufmerksamkeit vorher lediglich dem Eindruck zugewandt wird. Trotzdem wäre es ja möglich, dass unwillkürlich dieser hemmende Gedanke sich dazwischenschiebt und in diesem Falle wäre ja in der That der Vorgang der verkürzten Reaktion eine durch längere Einübung entstandene automatische Koordination, die vollständige Reaktion dagegen derselbe reflektorische Vorgang, verzögert durch eine Reflexionshemmung, die erst durch eine neue von der Reizwahrnehmung ausgelöste Reflexion beseitigt wird. Aus diesen Gründen betrachte ich diese drei ersten Versuchsgruppen lediglich als vorbereitende, und suche die entscheidenden Zahlen unserer Versuche in den folgenden vier Gruppen, bei deren ersterer die Einübung

nahezu ausgeschlossen ist, weil es sich nicht mehr um fünf, sondern um fünfzehn Reize handelt, und bei deren zweiter, dritter und vierter Gruppe von Einübung und automatischer Koordination überhaupt keine Rede sein kann, weil bei jedem einzigen Versuche eine ganz neue unbenutzte Schallvorstellung als Reiz benutzt wurde.

In der nächsten, der vierten Versuchsgruppe, wurde wieder jedem Finger ein Kasus zugeordnet, nur sollte, da es sich um deutsche Worte handelte, der fünfte Finger nicht dem Vokativ, sondern dem Pluralis entsprechen, während die vier ersten Finger Nominativ, Genitiv, Dativ, Akkusativ Singularis behielten. Als zugerufene Worte dienten die Pronomina: ich, meiner, mir, mich, wir; du, deiner, dir, dich, ihr; der, des, dem, den, die. Die fünfzehn Worte sind offenbar nicht nur sehr verschieden, sondern die ähnlichen Klänge entsprechen meistens verschiedenen Kasus, wie du und die, dem und den, dir und ihr; es ist also die Unterscheidung, welchen Kasus wir im einzelnen Fall vor uns haben, ein nicht so einfacher Wahlakt, wie in den vorigen Versuchen. Dem entsprechend wächst die Zeit der vollständigen Reaktion bedeutend, sie beträgt 688 σ, dagegen ist die verkürzte Reaktion jetzt 258 σ kleiner als die vollständige, nämlich 430 σ. Die Differenz zwischen vollständiger und verkürzter Reaktion ist in dieser Versuchsgruppe also 148 σ grösser als in der vorigen, und 216 σ grösser als in der ersten Gruppe, wo es sich um einfache Reaktion auf Schalleindruck handelt.

Bei vollständiger Reaktion trat jetzt keine einzige Fehlreaktion ein, bei der verkürzten waren dagegen, von nicht seltenen Mitbewegungen benachbarter Finger, besonders des fünften mit dem vierten, abgesehen, zehn Prozent der Reaktionen falsch. Gerade diese letzteren entbehren aber nicht des Interesses; während nämlich einmal ohne ersichtliche Ursache statt des dritten der zweite und einmal statt des vierten der dritte Finger gehoben wurde, wurde dreimal bei dem Worte „du“ statt des Nominativfingers der Genitivfinger gehoben, also der

zweite statt des ersten. Offenbar ist das kein Zufall, sondern die Einordnung des Wortes „du" in die Reihe „ich, du, er", wo es den zweiten Platz einnimmt, ist jedenfalls sehr viel fester als seine Einordnung in die hier in Betracht kommende Reihe „du, deiner, dir, dich", wo es an der Spitze steht. Es bleibt abzuwarten, ob die gerade durch diese Versuche angeregte Idee meines Mitarbeiters Dr. Thumb, solche Experimente zu systematischer Untersuchung der unwillkürlichen sprachlichen Analogiebildung auszunutzen, sich bei unseren geplanten Experimenten bewähren wird.

Bei der fünften Versuchsgruppe wurden deu fünf Fingern grammatische Kategorien zugeordnet, der Daumen erhielt die Substantiva, der zweite Finger die Adjektiva, der dritte die Pronomina, der vierte die Zahlworte, der fünfte die Verbalformen. Diese Zuordnung selbst wurde durch mehrfaches Hersagen dieser willkürlich festgestellten Reihe mit gleichzeitigem Heben der entsprechenden Finger möglichst eingeprägt. Die zugerufenen Worte wurden nun immer neu gewählt, kein Wort wurde wiederholt; alle Worte waren einsilbig. Die erste Reihe beginnt mit: Haus, Buch, Fluss; die zweite mit: blau, klein, kurz; die dritte mit: wir, wer, uns; die vierte mit: zwei, sechs, zwölf; die fünfte mit: sprich, gib, sehn. Dass in unregelmässigstem Wechsel die verschiedenen Kategorien durcheinander geworfen wurden, von einer periodischen Wiederkehr oder dergleichen nicht die Rede war, versteht sich von selbst. Die vollständige Reaktionszeit wächst hier auf 712 σ, die verkürzte ist dagegen jetzt sogar um 280 σ kleiner; sie beträgt 432 σ, ist mithin genau so gross, wie die verkürzte Reaktionszeit der vorigen Gruppe, da selbstverständlich bei so grossen Zahlen ein paar Tausendstelsekunden keine Rolle spielen. Dagegen ist die Zahl der Fehlreaktionen bei der verkürzten Methode diesesmal auffallend gross, fast dreissig Prozent. Ich möchte diese hohe Zahl falscher Reaktionen, die in der folgenden, entschieden schwereren Gruppe nicht erreicht wird, hier darauf

schieben, dass die Unterscheidung, welcher grammatikalischen Kategorie ein Wort angehört, für gewöhnlich durch den Zusammenhang des Sinnes oder durch die Schreibweise uns erleichtert wird, bei einem einzelnen zugerufenen Wort dagegen überaus leicht Missverständnisse entstehen können; Pronomina wie „wer" und „er" wurden als Substantiva, „Bild" und „sie" als Verba aufgefasst, was offenbar auf Missverständnissen beruht, ja streng genommen dürfte auf „sieh" statt auf „sie", auf „Wehr" statt auf „wer" zu reagieren, eigentlich nicht Fehler genannt werden. Wenn dagegen Blei, Blut, Blatt, Stadt, Glas, Bank, Glück, Fluss und Uhr als Adjektiva behandelt werden, so hat diese psychologische Kategorienverschiebung, welche der logischen Kategorienverschiebung unseres normalen Denkens gerade entgegengesetzt ist, zweifellos eine tiefere Ursache, wiewohl dieselbe möglicherweise individuell ist. Jedenfalls versagt hier die nächstliegende Erklärung, dass wir nämlich normalerweise am wenigsten geneigt sind, den Daumen zu heben, am meisten dagegen geneigt sind, mit dem Zeigefinger zu reagieren, und deshalb leicht der zweite Finger für den ersten unwillkürlich eintritt; dieser wenigstens für Nichtklavierspieler normale Zustand war, wie früher erwähnt, durch Uebung längst dem anormalen Zustand gleich leichter Beweglichkeit aller Finger gewichen und thatsächlich hat sich dieses auffallend häufige Eintreten des zweiten Fingers für den ersten in keiner anderen Gruppe bemerkbar gemacht. Diese Neigung, das isoliert gehörte einsilbige Substantiv als Adjektiv aufzufassen, muss also entschieden andere Ursachen haben. Bei der vollständigen Reaktion traten keine Fehlreaktionen ein.

Bei der sechsten Versuchsgruppe waren die den fünf Fingern zugeordneten und eingeübten Begriffe: Stadt, Fluss, Tier, Pflanze, Element. Die zugerufenen Worte waren also beispielsweise: Rom, Köln, Wien; Rhein, Ill, Lahn; Hund, Stier, Frosch; Moos, Gras, Pilz; Blei, Zinn, Gold. Die Worte waren hier ebenso wie bei der folgenden Gruppe nicht aus-

nahmslos einsilbig; erstens ist aber, wenn der Stromschluss bei der betonten Silbe eintritt, die Zeit, welche die tonlos nachfolgende Silbe etwa bei Nelke, Katze, Nickel, Aachen einnimmt, verschwindend klein gegenüber den in Betracht kommenden Zeiten, und ausserdem kann die kategoriale Einordnung schon meistens bei der Stammsilbe einsetzen, da die nachfolgende Silbe in solchen Fällen ergänzt wird. Dass ich nicht mehrsilbige Worte, Konstantinopel oder Amazonenstrom, benutzte, versteht sich von selbst. Die vollständige Reaktionszeit war jetzt 893 σ, die verkürzte um 461 σ kürzer, nämlich wie in den vorigen Versuchen 432 σ. Fehlreaktionen waren nur bei zwölf Prozent, die Maus wurde zu den Pflanzen, die Eiche zu den Steinen, die Rose zu den Tieren, die Kuh zu den Flüssen u. s. w. gerechnet, jedesmal aber war der gewählte falsche Finger dem richtigen benachbart.

Bei der letzten, siebenten Gruppe, benutzten wir als zugerufene Worte Eigennamen; die fünf gewählten Kategorien waren: Dichter, Musiker, Naturforscher, Philosophen, Staatsmänner resp. Feldherren, also etwa Byron, Goethe, Ibsen; Gluck, Bach, Brahms; Newton, Keppler, Volta; Hume, Kant, Locke; Schill, Gladstone, Ziethen. Es bedarf kaum des Hinweises, dass eine solche Unterscheidung, zumal wenn es sich nicht bloss um so bekannte und so gewohnheitsmässig kategorisierte Namen wie Kant oder Goethe handelt, ein ziemlich komplizierter psychischer Akt ist. Wir werden uns also nicht wundern, dass die Reaktionszeit, wenn die Aufmerksamkeit ganz dem zugerufenen Worte zugelenkt war, durchschnittlich die bedeutende Zeit von 1122 σ, also über eine ganze Sekunde in Anspruch nahm. Um so überraschender dürfte es dagegen erscheinen, dass wenn die Aufmerksamkeit völlig der Bewegungsinnervation und den mit den Fingerempfindungen fest verschmolzenen Kategorievorstellungen zugewandt ist, die Reaktionszeit wiederum, wie bei den früheren Versuchsgruppen, nur 437 σ dauert, und doch nur 25 Prozent

Fehlreaktionen eintraten. Die Differenz zwischen vollständiger und verkürzter Reaktionszeit steigt hier also auf 685 σ, ist also 16mal so gross als die Differenz zwischen vollständiger und verkürzter Reaktion bei einfachem Sinneseindruck. Ohne den Fehlreaktionen gekünstelte Entschuldigungen beifügen zu wollen, glaube ich doch, dass die Zahl derselben streng genommen noch verkleinert werden müsste, da es ja schliesslich nicht so falsch ist, etwa Leibniz unter die Staatsmänner, Wolff unter die Naturforscher u. s. w. zu rechnen. Andere Fehlreaktionen waren freilich einfach sinnlos. Bei den vollständigen Reaktionen kamen Fehlreaktionen wieder gar nicht vor.

Ich kann die ziffermässigen Ergebnisse unserer ungefähr achthundert richtigen Reaktionsversuche dahin zusammenfassen:

	Vollständige Reaktion.	Verkürzte Reaktion.	Differenz.
I. Gruppe	162 σ	120 σ	42 σ
II. „	383 „	289 „	94 „
III. „	465 „	355 „	110 „
IV. „	688 „	430 „	258 „
V. „	712 „	432 „	280 „
VI. „	893 „	432 „	461 „
VII. „	1122 „	437 „	685 „

wobei, wie oben dargestellt, die Versuche der ersten drei Gruppen mehr vorbereitender Art waren, die Wahlkategorien in der IV. Gruppe: Nominativ, Genitiv, Dativ, Akkusativ, Plural, lauteten; in der V.: Substantiv, Adjektiv, Pronomen, Zahlwort, Verbum; in der VI.: Stadt, Fluss, Tier, Pflanze, Element; in der VII.: Dichter, Musiker, Naturforscher, Philosophen, Staatsmänner. Was diese Zahlen uns lehren, soll uns erst beschäftigen, wenn von den Ergebnissen der zweiten Arbeit die Rede gewesen ist, welche mit der soeben dargestellten von demselben Grundgedanken ausging. Ich gehe somit dazu über, auch über jene andere Arbeit zu referieren.

III.

Es ist oben kurz entwickelt, wie ich zu der Fragestellung der folgenden Arbeit gelangte. Es galt, die Zeit der freien Association mit einfachen Urteilsbildungen zu vergleichen, diese zu zusammengesetzten logischen Akten zu komplizieren und durch systematische Veränderung oder Ausschaltung einzelner Zwischenglieder derselben die psychophysischen Prozesse zu variieren, um so vielleicht Einblick in das wechselseitige Verhältnis von unwillkürlicher und willkürlicher Vorstellungsbewegung zu erlangen. Die Herren Dr. H. Rieger und Dr. H. Mayer, damals Studenten der Freiburger Universität, waren bereit, die Untersuchung mit mir gemeinsam auszuführen. Während ich die Aufgaben stellte, die Worte zurief und den Apparat bediente, wechselten jene beiden als Reagierende ab und zwar wechselten sie immer nach zehn Versuchen; der Unbeschäftigte führte jedesmal das Protokoll. Auch hier mag die objektive Darstellung der Ergebnisse vorangeschickt werden und die subjektive Analyse sowie die Deutung der Zahlen nachfolgen. Nur ein paar wesentliche Punkte seien noch vorher besprochen.

Die übliche Schablone für Associationsversuche ist bekanntlich die, dass erst die einfache Reaktionszeit gemessen wird, dann die Reaktionszeit, in welche sich ein Unterscheidungsakt einschiebt, und schliesslich die, in welcher zur Unterscheidung noch eine Association und deren Unterscheidung hinzutritt. Wird die erste Zeit von der zweiten abgezogen, so soll man die Unterscheidungszeit übrig behalten; wird die zweite von der dritten abgezogen, so soll die Associationszeit restieren. Ich habe diesen Versuchsgang nicht eingehalten, weil ich ihn als unberechtigt und irreführend ansehe. Ein wesentliches Bedenken gegen denselben habe ich schon früher hervorgehoben. Jene Reaktion mit eingeschobener Unterscheidungszeit gibt nämlich keine objektive Gewähr dafür,

dass die Unterscheidung vollendet ist, bevor der Wille zur Reaktion oder die Reaktionsbewegung selbst einsetzt. Die Kontrolle fällt also ganz der subjektiven Wahrnehmung zu, dieses unerlässliche Bedürfnis nach solch subjektiver Kontrolle kann aber nur dann befriedigt werden, wenn an die Erkennung sich ein Reflexionsakt anschliesst, etwa mit dem Inhalt: jetzt habe ich das Wort wirklich erkannt, jetzt muss ich reagieren. Nicht dass ein solcher Satz vollständig im Innern gesprochen wird; es wird vielmehr meistens ein kürzerer Akt an dessen Stelle treten, etwa nur ein inneres Benennen des Reizes, ein Nachsprechen des Wortes oder derlei. Wenn andere von der Konstatierung dieser Thatsache zu dem Schluss gelangten, dass mithin die Apperceptionszeit nicht rein gefunden wird, weil entweder keine Garantie gegeben ist, dass sie vollständig eingeschaltet ist oder aber, wenn die subjektive Ueberzeugung vorhanden, dieselbe durch das Zwischenschieben eines Reflexionsaktes oder wenigstens eines Benennungs- und Ergänzungsaktes erkauft ist, welcher nicht dazu gehört, so kann ich dieser Argumentation freilich nicht ganz beipflichten, weil ich glaube, dass in diesem Benennen, in diesem Ergänzen durch andere Glieder derselben Reihe u. s. w. ja eventuell in jenem ergänzten Reflexionsakt zum Teil eben das gegeben ist, was Wundt Apperception einer Vorstellung nennt. Immerhin aber bestimmt auch dieses mich, wenn ich in dem charakterisierten Verfahren keinen Weg sehe, die Erkennungszeit zu finden, die gefunden werden sollte, für die aber thatsächlich die Zeit zur inneren Benennung oder zu sonstiger associativer Ergänzung substituiert wurde.

Dazu kommt ein weiteres. Im Gegensatz zu der in der experimentellen Psychologie üblichen Anschauung würde ich, auch wenn diese Bedenken nicht bestimmend wären, von der Feststellung der Associationszeit auf jene Weise absehen, weil nicht nur kein Beweis dafür vorliegt, sondern vieles dagegen zu sprechen scheint, dass jene durch Subtraktion gewonnene Zahl ein Mass dessen ist, was gemessen werden sollte. Wenn

die Reaktionszeit, in welcher ein Erkennungsakt enthalten ist, abgezogen wird von der Reaktionszeit, in welcher Erkennung und Association enthalten, so wird das Ergebnis doch nur dann gleich der Associationszeit sein, wenn die Association erst einsetzt, nachdem die Erkennung vollendet. Letzteres ist doch aber erst zu untersuchen, nicht vorauszusetzen. Auf Grund der Wundtschen Apperceptionsmetaphysik ist diese Voraussetzung selbstverständlich; an sich aber wäre es vom rein psychophysischen Standpunkt sehr wohl denkbar, dass beide Akte sich teilweise deckten, der zweite also einsetzt, ehe der erste vollendet, die Association angeregt wird, noch ehe der Reiz wirklich zum Bewusstsein gelangt ist. Träfe dieses zu, so wäre die gemessene Zeit ein unbekannter Bruchteil der Associationszeit, den festzustellen unter gewissen Bedingungen nicht uninteressant ist, der aber in seinem Wert nicht überschätzt werden darf.

Unter diesen Gesichtspunkten habe ich auf die Feststellung einer gesonderten Erkennungs- und Associationszeit verzichtet, zu den Vergleichen vielmehr stets die gesamten Reaktionszeiten verwertet, ohne darüber etwas vorwegzunehmen, welcher Bruchteil dieser Zeit auf Erkennung, Association u. s. w. zu rechnen ist. War mit diesem Verzicht auf Berechnung einer isolierten Erkennungs- und Associationsaktes das Bedenken beseitigt, dass beide sich vielleicht teilweise decken, so entgingen wir jenen Fehlern, welche aus der Unmöglichkeit einer zuverlässigen Reaktion unmittelbar nach vollzogener Erkennung folgen, einfach dadurch, dass wir ähnlich wie Cattell u. a. die Reaktion gleichzeitig mit dem Aussprechen des Wortes erfolgen liessen. Nicht also wenn das associierte Wort erkannt ist, wurde der Finger für die Stromöffnung bewegt, sondern es sollte so schnell wie möglich ausgesprochen werden und mit dem Beginn des Sprechens wurde gleichzeitig die Bewegung ausgeführt. Die gleichzeitige Innervation zweier verschiedener Muskelgebiete, wie Sprechapparat und Hand ist ja ohne wesentliche Fehler zu ermöglichen.

Durch diese Methode ist nun ausgeschlossen, dass zu früh reagiert wird oder dass ein nicht zugehöriger Akt zwischengeschoben wird; dass mit ihrer Hilfe ein Erkennungs- oder ein Associationsakt isoliert gemessen werden könne, trifft aber ebensowenig zu, als bei der vorigen Methode. Es wäre ja sehr wohl möglich, dass wenn ein Wort zugerufen und vom Reagierenden nachgesprochen wird, die Sprachinnervation eintritt, ehe das Wort ins Bewusstsein gedrungen und ebenso die Sprachbewegung einsetzt, ehe die Association bewusst geworden. Da wir nicht wissen, wie sich die verschiedenen Vorgänge zeitlich ineinander schieben, so ist es unmöglich, aus diesen Versuchen bestimmte Schlüsse nach jener Richtung zu ziehen. Wenn also wir damit anfingen, dass zuerst ein zugerufenes Wort nachgesprochen, dann aber zu dem zugerufenen Wort ein anderes associiert werden und dieses ausgesprochen werden soll, so sollte die erste Versuchsgruppe eigentlich mehr zur Einübung eines gleichmässigen Verfahrens und zu allgemeinem Anhalt dienen, als dass wir durch Subtraktion der ersten von den zweiten Zahlen genau die Associationszeit finden zu können wähnten.

Wenn somit diese Methode ebenfalls in ihren Leistungen begrenzt ist, so möchte ich dagegen bezweifeln, ob durch dieses Aussprechen des gehörten oder des als Association auftauchenden Wortes noch eine zu der Unterscheidung hinzutretende Wahlhandlung in den Reaktionsvorgang eingeschoben wird [1]). Der Wille zum Sprechen tritt nicht dann auf, sobald das Wort im Bewusstsein ist, sondern er geht dem ganzen Versuche voraus; die Vorstellung, dass jenes Wort, das man hören wird, möglichst bald nachgesprochen werden soll, ist schon die Ursache für die vorbereitende Aktion des Sprachapparates, die sich in Spannungsempfindungen verrät. Sobald das gehörte Wort auftritt, entladet es sich in der Sprachbewegung, die in diesem Spannungszustand auf den

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. Bd. II. [3] S. 304.

ersten Anstoss durch die Sprachvorstellung erfolgt, genau so früh wie eine Handreaktion, und wartet nicht erst auf den mysteriösen Willen, welcher die verschiedenen Muskelthätigkeiten für die bestimmte Sprachbewegung auswählt.

Noch eine Vorbemerkung sei gestattet; sie ist von prinzipieller Wichtigkeit. Unsere Versuche beginnen, von den Nachsprechversuchen abgesehen, mit dem, was man gemeinhin Associationsreaktionen nennt. Ein Wort wird zugerufen und sobald ein anderes dazu associiert ist, wird dieses ausgesprochen; diese Associationen können nun nach der üblichen Schilderung gewissen beschränkenden Bedingungen unterworfen sein und gehen dann, bei einer ziemlich verschwommenen Grenzlinie, in einfachste logische Urteilsakte über, beispielsweise, wenn zu dem Wort, das zugerufen wird, der Klassenbegriff associiert werden soll, unter welchen der Begriff gehört [1]). Ob diese Urteilsakte nicht, ebenso wie die bloss äusserlichen Wortzusammenfügungen schliesslich nur Associationen sind, das soll uns später beschäftigen; wir werden dann nicht umhin können, diese Frage in der That zu bejahen. Hier aber handelt es sich umgekehrt darum, ob jene sogenannten Associationen, die unbeschränkten wie die beschränkten, nicht auch schon vollständige Urteilsakte sind, derart, dass es sich bei der Vergleichung jener verschiedenen Reaktionen nicht erst um Associationsreaktionen und dann bei Zutritt eines undefinierbaren Faktors, nämlich der „intellektuellen Motive“, um Urteilsreaktionen handelt, sondern dass in allen Fällen Urteile vorliegen, die, wie wir später sehen werden, von einem anderen Gesichtspunkt aus betrachtet allesamt sich als Associationen erweisen.

Auf was wird denn eigentlich bei jenen Associationsreaktionen reagiert? *Etwa auf die erste, nach der Reizwahrnehmung ins Bewusstsein dringende Vorstellung?* — Keineswegs. Wenn mir das Wort „Molch“ zu-

---

[1]) Trautscholdt in Phil. Stud. Bd. I. S. 220 ff.

gerufen wird, so kann in demselben Moment mein Blick vielleicht über die Zimmerthür schweifen, so dass nach dem Wort Molch mir die Vorstellung Thür ins Bewusstsein tritt, oder ich kann Zahnschmerzen haben und während ich meine Aufmerksamkeit beim Worte „Molch" für einen Moment demselben zugewendet, kann sie sofort nach demselben wieder von dem Schmerzgefühl in Anspruch genommen werden. Wollte ich hier, sobald mir nach dem Molch der Zahnschmerz oder die Thür in den Sinn kommt, schon reagieren, so wäre es lächerlich, diese Zahlen für Associationsreaktionen gelten zu lassen. Ich finde in der Litteratur keine einzige solcher Art, und ich habe bei den vielen hundert Associationsreaktionen, die ich selber ausgeführt, niemals einen solchen Zustand wahrgenommen. Es kommt also darauf an, dass die neu im Bewusstsein auftauchende Vorstellung von dem Reiz, hier also von dem zugerufenen Wort selbst angeregt wird. Nun gibt es dafür kein subjektives Kriterium derart, dass wir wahrnehmen könnten, wie die eine Vorstellung die andere mit sich bringt und vorwärts drängt; sie kommen nacheinander ins Bewusstsein und wir wissen nicht, wie die eine Vorstellung es anfängt, die andere herbeizuholen. Es wäre ja möglich, dass es die Molchvorstellung war, welche mir die Thürvorstellung anregte. Wir bedürfen also eines objektiven Kriteriums: nicht die erstebeste, nach der Reizwahrnehmung ins Bewusstsein tretende Vorstellung gilt uns als Reaktionsanlass, sondern nur eine solche Vorstellung, die mit dem Reiz in irgendwelcher Beziehung steht. Solche Beziehungen sind thatsächlich überall vorhanden; Molch-Thür, Molch-Zahnweh böte keine Beziehung; wenn dagegen, um Trautscholdts Associationen zu citieren, Molch-Kröte oder Schmalz-Butter oder lahm-Krücke associiert wird und diese, da sie zu den längstdauernden gehörten [1]), sich noch als weniger nahe Beziehungen charakterisierten, so ist es klar, dass solche

---

[1]) A. a. O. S. 241.

gemessenen Zeiten sich auf die Auslösung von Worten beziehen, die in irgend einer Verbindung mit den zugerufenen stehen; hat man doch aus diesen Associationen geradezu ein System der möglichen Beziehungen herstellen können. Der Reagierende steht mithin, wenn er an den Versuch herangeht, vor der fest begrenzten Aufgabe, ein Wort anzugeben, das mit dem zugerufenen in irgend einer äusseren oder inneren Beziehung steht; dies zugerufene Wort ersetzt also eine ganze Frage, das associierte Wort ersetzt eine ganze Antwort. Ist „lahm" zugerufen, so bedeutet die Reaktion bei der Vorstellung „Krücke": das Wort Krücke ist ein Wort, das mit dem Wort „lahm" in Beziehung steht. Verhält es sich aber so, dann ist dieser durch das Wort „Krücke" zum Ausdruck gebrachte Gedanke doch zweifellos ein Urteil und zwar ein Identitätsurteil, das intellektuellen Motiven folgt und als logischer Akt mit allen sonstigen Urteilen vergleichbar ist.

Wenn man unbeachtet lässt, dass bei solchen Versuchen das zugerufene Wort eine Frage, respektive eine Aufforderung und das associierte Wort eine Antwort ist, die beide nur deshalb auf je ein Wort reduziert sind, weil die übrigen Teile sowohl des Fragesatzes wie des Antwortsatzes in allen Versuchen konstant bleiben und deshalb nicht wiederholt zu werden brauchen, dann muss man eigentlich die gefundenen Zahlen für völlig sinnlos halten, weil sie in keiner Weise dem normalen Verhalten entsprechen. Wenn ein normaler Mensch in einem Zimmer am Tisch sitzt und sein Nachbar ruft plötzlich Molch oder lahm oder Schmalz, so werden neun von zehn Personen ihre Vorstellungen keineswegs an die durch jene Worte bezeichneten Vorstellungen anknüpfen; die einen werden vielmehr den Gedanken weiter nachgehen, mit denen sie sich bisher beschäftigt, andere werden ihre Associationen an die Geste des Rufenden anschliessen, noch andere werden gedankenlos das zugerufene Wort in sich nachklingen hören, ohne dasselbe durch be-

sondere neue Vorstellungen zu ergänzen, und nur der zehnte vielleicht wird an einen lahmen Menschen und so im Phantasiespiel an eine Krücke dabei denken, aber auch das selbst nach einer viel längeren Zeit, als sie in den Versuchen zu tage tritt. Wenn der Rufende dagegen gesagt hätte: wollen Sie, bitte, um eines psychologischen Versuches willen so schnell wie möglich ein Wort nennen, das in irgend einer Beziehung zu Molch steht, so würden sicherlich alle zehn Personen die Aufgabe in der Art lösen, wie sie in den Experimenten gelöst wird. Die Antwort Kröte ist dann aber natürlich genau so ein Urteil, wie es die Antwort Wirbeltier ist, wenn die Aufforderung gelautet hätte: nennen Sie möglichst schnell einen Begriff, dem der Begriff Molch untergeordnet werden kann. Unsere Versuchsreihe besteht somit nicht aus Associationsreaktionen, sondern aus Urteilsreaktionen und zwar zunächst aus solchen, bei denen in einem Identitätsurteil ein Wort angegeben werden soll, das zu einem zugerufenen Wort in irgend einer beliebigen, dann in einer begrenzten, später in einer eindeutig bestimmten Beziehung steht.

IV.

Die Ergebnisse unserer Versuche waren folgende. Die Reaktionszeit für Wortnachsprechen betrug für Mayer 403 σ, V. 60, für Rieger 362 σ, V. 70. Hier wie in allen folgenden Versuchen ist jede angegebene Zahl der ohne Fortlassungen gewonnene Durchschnitt von je dreissig bis vierzig Versuchen für jeden der beiden Reagierenden, V bedeutet die mittlere Variation. Da es überdies fast unmöglich schien, bei den komplizierteren Fragestellungen der späteren Versuche das stets ans Ende zu stellende, entscheidende Wort der Frage, auf welche reagiert wurde, einsilbig zu wählen, vielmehr nur dafür gesorgt werden konnte, dass die zweisilbigen Worte möglichst kurze Schlussilben hatten, so wurde, um

nicht durch Ungleichheit in dieser Beziehung Fehler in die Reaktionszeiten zu bringen, auch schon bei diesen einfachsten Versuchen zwischen einsilbigen und zweisilbigen Worten abgewechselt.

Die zweite Gruppe umfasste die geschilderten Urteile, in denen ein Wort genannt werden soll, das mit dem zugerufenen in irgend einer Beziehung steht, ein Prozess, der thatsächlich mit den gewöhnlichen Associationsreaktionen identisch ist. Hätte die übliche Auffassung vom Zustandekommen der willkürlichen Vorstellungsbewegung recht, so müsste, wenn jene Aufgabe gestellt ist, eine ganze Menge von Worten auftauchen und unser Wille dann, dem intellektuellen Motiv folgend, aus jenen Worten eines auswählen, das zu dem gehörten in irgend einer Beziehung steht. Thatsächlich ist davon nichts wahrzunehmen; die dem Versuch vorangehende Vorstellung, dass ein solches Wort möglichst schnell gefunden werden soll, genügt schon, dass gar kein anderes auftaucht. Wir werden sehen, wie diese Auffassung sich aus den Versuchen als notwendig erweist; hier erwähne ich sie nur als Aussage der Reagierenden über ihre Wahrnehmung beim Versuche. Das Ergebnis war: M. 845 σ, V. 140; R. 948 σ, V. 170. Die kürzeste Reaktion war Gold-Silber, die mit 390 σ nur die Zeit der Nachsprechreaktionen erforderte, ähnlich: rot-blau, heiss-warm, Salz-Fass u. a., die alle weniger als 600 σ beanspruchten; am längsten währten: Köln-Darmstadt, Stärke-Kraft, fromm-ungläubig, Berg-Ebene, singen-tanzen, welche alle zwischen 1100 und 1400 σ liegen.

Bei der dritten Gruppe sollte ein Wort gefunden werden, das mit den gegebenen Vorstellungen nicht, wie bisher, in irgend einer unbestimmten Beziehung steht, sondern das in der Grenze angegebener Beziehungen liegt; dieselben sollten aber derart sein, dass das Wort nicht eindeutig bestimmt war, sondern stets mehr als zwei Möglichkeiten der Wahl offen standen. Wieder also war ein Urteil zu fällen und zwar besagte die Antwort des Reagierenden:

das in der gestellten Frage durch die Beziehungen zu den gegebenen Vorstellungen bezeichnete x, für welches mehrere Worte eingesetzt werden können, ist unter anderem gleich dem Wort, das ich ausspreche. Eben deshalb hielt ich es nicht für fruchtbar, für ganze Versuchsreihen die in der Frage angegebenen Beziehungen unverändert zu lassen und, wie es Cattell gethan, nur eine Vorstellung wechseln zu lassen, so dass etwa eine Reihe durchweg Länder zugerufen werden, und dann jedesmal eine in dem Land liegende Stadt associiert wird. Jenes Verhältnis von Land zu Stadt wird dann viel zu sehr eingeübt; wollte ich eine korrekte Antwort gewinnen, so musste ich vielmehr jedesmal andere Beziehungen wählen und dieselben erst in der Frage selbst zum Ausdruck bringen. Selbstverständlich mussten dabei die Fragen so eingerichtet sein, dass das entscheidende Wort den Schluss bildet. Die Resultate waren für M. 970 σ, V. 200, für R. 1103, V. 210, also für ersteren 125, für letzteren 155 mehr als das Urteil unter unbegrenzten Beziehungsbedingungen. Die kleinsten Werte ergaben: ein deutscher Wein — Rüdesheimer, eine Zahl zwischen 10 und 4 — 6, ein essbarer Fisch — Weissfisch, ein griechischer Dichter — Homer; sie blieben alle zwischen 450 und 600. Die grössten Zeiten ergaben: Tier der Wüste — Löwe, französischer Dichter — Voltaire, Drama von Goethe — Götz, Stadt in Preussen — Berlin; die Werte lagen zwischen 1200 und 1500 σ.

Die folgende vierte Gruppe umfasste Urteile, deren Antwort eindeutig bestimmt war; die unbekannte Grösse x war also durch Beziehungen gegeben, welche es unmöglich machten, mehr als einen Wert für dieselbe einzusetzen. Wundt[1]) bemerkt zu den bisher von anderen Seiten angestellten Versuchen mit solchen „eindeutig bestimmten Associationen", dass es „sich hier stets um Fälle handelt, wo auch bei freier Association die reproduzierte Vorstellung die nächst-

[1]) Wundt, Phys. Psychol. Bd. II. [3] S. 317.

liegende gewesen wäre und wo durch die gewohnheitsmässige Einübung die betreffende Association zu einer vollkommen stabilen geworden ist". Ich würde freilich auch in anbetracht der früheren Versuche Bedenken tragen, jenem „stets" beizustimmen, zumal doch die Reaktionen mit wirklich freier Association genugsam zeigen, dass die im einzelnen Fall wirklich nächstliegende und deshalb thatsächlich reproduzierte Vorstellung durchaus nicht immer auch a priori als nächstliegende angesehen werden kann. Wenn ich frage, in welchem Land liegt Rom, so scheint die Association Italien höchst naheliegend und eingeübt, und trotzdem würden bei freier Association zu Rom der eine vielleicht Papst, der andere Athen, der dritte Romulus, der vierte Stadt und vielleicht der zehnte erst Italien associiert haben. Dennoch habe ich, indem ich auch hier bei jedem Versuch neue Beziehungen in die Frage legte und dieselben auch gerade unter dem Gesichtspunkte wählte, jenem Wundtschen Einwand zu entgehen, die Versuche so angestellt, dass bei der Mehrzahl das gewählte Wort keinesfalls die nächstliegende eingeübte Association war.

Das Ergebnis brachte die unter diesen Verhältnissen doch wohl überraschend kleine Zahl von 808 σ, V. 180 für M. und 889 σ, V. 140 für R., also für die eindeutige Urteilsreaktion 162, respektive 214 σ weniger als die entsprechende Reaktion bei mehrdeutigem Urteile. Die Antwort auf die Aufforderung: nennen Sie mir ein Drama von Schiller, dauert um so viel länger als die Antwort, wenn die Aufforderung sich dahin eng begrenzt hätte: nennen Sie das erste Drama von Schiller. Die kürzesten Zeiten zwischen 400 und 600 σ waren bei: dreimal vier — zwölf, an welchem Fluss liegt Köln — Rhein, in welche Jahreszeit fällt der Juni — Sommer, in welchem Erdteil liegt Indien — Asien. Am längsten, zwischen 1100 und 1300 σ, sind die Worte bei: von welchem Dichter ist der Hamlet — Shakespeare, die Hauptstadt von Baden — Karlsruhe, die Farbe des Eises — weiss, wer war

der Lehrer des Plato — Sokrates. Uebrigens drängt mir ein Ueberblick auf die gesamten Associationsversuche die Ueberzeugung auf, dass die Schwankungen um den Mittelwert vornehmlich durch jene unkontrollierbaren Zufälligkeiten bestimmt werden, die in der Versuchsausführung, dem Aufmerksamkeitszustand der Person, und vielem ähnlichen begründet sind, dass dagegen die Schwierigkeit der Antwort ziemlich unwesentlich war, da oft die scheinbar nächstliegenden Worte verzögert, ziemlich fernliegende oft überraschend schnell hervorgebracht wurden. Fragen, deren Beantwortung erst irgend ein Nachdenken voraussetzte und nicht unmittelbar aus der Anschauung oder sonstigen disponiblen Kenntnissen vorausgesetzt werden konnte, kamen natürlich nicht in Betracht; da beide Reagierenden Philologen waren, so wählte ich die Fragen hauptsächlich aus dem Gebiet der Antike, der Litteratur u. s. w.

Wesentlich andere Bedingungen liegen für die nächste, die fünfte Gruppe vor. Auch hier sollte ein Urteil gefällt werden, aber das entscheidende Wort dieses Urteils durfte nicht erst, wie bisher, gesucht und associiert werden, sondern in der Frage selbst war es schon enthalten, insofern nur die Wahl zwischen zwei gegebenen Vorstellungen von einem bestimmten Gesichtspunkt aus vollzogen werden sollte. Der geforderte Gesichtspunkt wurde aber stets subjektiv gewählt, die Antwort war also nicht durch die objektiven Verhältnisse allein, sondern auch durch individuelle Motive der Auffassung bestimmt und war somit wesentlich komplizierter als eine objektiv eindeutig bestimmte Wahl. Ich fragte also niemals: Welches Tier ist körperlich grösser, Löwe oder Maus? sondern fragte etwa: Wer ist bedeutender, Hume oder Kant? Wenn die Entscheidung „Kant" lautet, so war mithin dieses Wort selbst nur nachzusprechen; die Wahl desselben aber setzte eine Erwägung voraus, wessen Bedeutung die grössere ist. Schon hier möchte ich freilich zufügen, dass das Wesen dieser Erwägung nicht überschätzt werden darf. Schon so-

fort nach der Entscheidung, d. h. nach vollendeter Reaktion, wurde das Urteil als zweifelhaft manchmal zurückgezogen; und manche Entscheidung wurde in weniger als einer Sekunde vollzogen, mit der andere schon ihr Leben lang sich abgemüht. Jene Entscheidung besteht eben nur darin, dass unter dem Antrieb, möglichst schnell wählen zu sollen, irgend einem Motive folgend das eine oder das andere der beiden gehörten Worte, um der üblichen Ausdrucksweise mich zu bedienen, psychisch betont, von der Aufmerksamkeit erfasst, appercipiert wird; sobald ein Motiv einem der beiden das Uebergewicht verliehen, so wird sofort reagiert, während normalerweise, wo der Zwang möglichst schneller Entscheidung wegfällt, das erste Motiv vielleicht von einem zweiten, wertvolleren, stärkeren abgelöst würde. Auch hier wechselten nicht nur die zur Wahl vorgelegten Worte, sondern auch fortwährend die für die Entscheidung massgebenden Gesichtspunkte; es wurde also nicht etwa jedesmal gefragt, welcher Mann der bedeutendere sei.

Die gewonnene Durchschnittszahl ergibt für M. 906 σ, V. 180, für R. 1,079 σ, V. 220. Zu einer unmittelbaren Vergleichung mit den Zahlen der früheren Versuche liegt offenbar kein Anhaltspunkt vor, da eine Association in dem dort verwerteten Sinn hier nicht vorliegt, eine Thatsache, die natürlich noch in keiner Weise der Frage präjudiziert, ob nicht auch dieses Urteil nicht nur auf Associationen beruht, sondern in Associationen besteht. Die kürzesten Zeiten, zwischen 600 und 800 σ ergaben beispielsweise folgende Reaktionen: was duftet schöner, Nelke oder Veilchen — Veilchen, wer ist bedeutender, Vergil oder Ovid — Vergil, was schmeckt Ihnen besser, Wein oder Bier — Bier, was ist landschaftlich schöner, Berg oder Wald — Berg. Die längsten Zeiten, zwischen 1200 und 1500 σ, nahmen etwa folgende in Anspruch: was ist gesünder, schwimmen oder tanzen — schwimmen, was kennen Sie von Goethe besser, Dramen oder Lyrik — Lyrik, was scheint Ihnen schwerer, Physik oder Chemie — Chemie.

Die sechste Gruppe schliesst sich hier unmittelbar an. Es wurden die Fragen in genau derselben Weise, mit durchschnittlich derselben Schwierigkeit und Leichtigkeit, zur Entscheidung vorgelegt; der Frage selbst aber ging die Aufzählung von acht bis zwölf Worten voraus, die den beiden Wahlvorstellungen koordiniert und unter denen sich diese beiden ebenfalls befanden. Ich sagte beispielsweise: Aepfel, Birnen, Kirschen, Nüsse, Pfirsich, Trauben, Erdbeeren, Datteln, Feigen, Rosinen; was essen Sie lieber, Trauben oder Kirschen — Antwort: Kirschen. Es ist, da ich die aufgezählten Worte schnell ablas, nachdem ich alle Fragen mit Zubehör vorher aufgeschrieben, die Möglichkeit ausgeschlossen, dass etwa schon bei der Aufzählung jedes mit jedem verglichen werden konnte, zumal ja auch ebenso die Frage lauten konnte: was ist malerischer oder was ist gesünder u. s. w. Selbst bei dem Vernehmen der ersten Alternative, hier also das Wort Trauben, bleibt unmöglich Zeit und Neigung, es schnell mit jedem der zehn anderen Worte zu vergleichen; das, was man Erwägung, Wahl, Entscheidung nennt, setzt vielmehr, wie auch die subjektive Wahrnehmung beider Reagierenden bekundete, erst dann ein, sobald auch die zweite Alternative, hier Kirschen, gegeben ist. So ist es denn auch feststehend, dass hier wie in der vorigen Gruppe die Zeit durchschnittlich absolut nicht kleiner war, wenn die Entscheidung für das erste der beiden Worte erfolgte, als wenn das später genannte bevorzugt wurde. Trotz alledem ist nun der Einfluss jener vorherigen Aufzählung koordinierter Worte, zwischen denen die gegebenen enthalten sind, von evidentem Einfluss, denn das Ergebnis war für M. 694 σ, V. 130, für R. 659 σ, V. 160, also bei M. 212 σ, bei R. sogar 420 σ kleiner als in der vorigen Gruppe, wo alle übrigen Bedingungen genau die gleichen waren und obgleich in beiden Fällen also die Erwägung und Wahl, auf die es ankam, erst nach dem Aussprechen des letzten Wortes erfolgen konnte. Am kürzesten, zwischen 400 und 600 σ, waren beispielsweise folgende: Ich

nannte zehn Komponisten; wer ist bedeutender, Gluck oder Bach — Bach; zwölf Hauptstädte, welche ist heute wichtiger, Rom oder Madrid — Rom; zwölf deutsche Flüsse, welcher ist schöner, Weichsel oder Rhein — Rhein. Am längsten, zwischen 800 und 1000 σ, dauerten folgende: zehn klassische Dramen, welches ist packender, Götz oder Tasso — Götz; zehn Bäume, welcher ist malerischer, Linde oder Eiche — Eiche; zehn Farben, welche passt zu blau besser, gelb oder grün — gelb.

Alle folgenden Versuche steigern die Kompliziertheit des Urteilsvorganges, insofern sie, wenn der Ausdruck erlaubt ist, Urteile höheren, zunächst zweiten Grades enthalten, also Urteile, welche selbst wieder Urteile zu ihrer Voraussetzung haben. So verlangt schon die nächste, die siebente Gruppe, ein subjektiv bedingtes Wahlurteil wie die vorigen, aber jetzt sind die Worte, unter denen gewählt werden soll, nicht wie bei jenen schon gegeben, sondern sie selbst müssen erst durch ein beschränktes Urteil gesucht werden, also durch ein Urteil, wie es in der dritten Versuchsgruppe isoliert gegeben war. Beispielsweise war dort nach einem Drama Goethes gefragt; hier aber lautet die Frage: welches ist das schönste von Goethes Dramen. Das erste Urteil müsste also lauten: Goethes Dramen sind Götz, Egmont, Faust, Tasso, Iphigenie u. s. w., und das zweite Urteil lautet: unter den genannten ist das schönste der Faust. Das soll nicht heissen, dass der Prozess wirklich so abläuft, oder dass diese beiden Urteile wirklich so isoliert vorkämen, aber nach der geläufigen Auffassung müsste der Vorgang so zerlegt werden, wenn die psychologischen Motive der Antwort klargestellt werden sollen. Das Ergebnis war für M. 962 σ, V. 180, für R. 1137 σ, V. 160, also für ersteren 8 σ weniger, für letzteren 34 σ mehr als die Resultate in jener dritten Gruppe, in der keine Wahl, sondern nur eine beschränkte Association, von den beiden jetzt verlangten Urteilen also nur das erste stattfand. Die Differenzen sind in anbetracht des

Gesamtwertes so klein, dass geradezu gesagt werden kann, diese Urteile zweiten Grades dauern ebenso lange wie jene beschränkten Urteile ersten Grades, es dauert also, um bei dem Beispiele zu bleiben, ebenso lange, irgend ein Drama Goethes zu nennen, wie das schönste Drama Goethes auszuwählen, wobei nicht zu vergessen, dass bei der ersteren Frage durchaus nicht immer oder auch nur mit Vorliebe gerade das schönste genannt wird, dieses also durchaus nicht immer die nächstliegende Association ist. Am kürzesten, zwischen 600 und 700, dauerten: welches ist der angenehmste Geruch — Rosenduft, welches ist der wichtigste deutsche Fluss — Rhein; am längsten, zwischen 1400 und 1600, dauerte: welches ist der schwierigste griechische Dichter — Pindar, wer ist Ihnen der liebste Dichter Frankreichs — Corneille.

Die achte Gruppe knüpft unmittelbar an die siebente an; sie verwertet dieselbe aus beschränktem Urteil und subjektiver Wahl sich zusammensetzende Gedankenarbeit, fügt ihr aber, gewissermassen als Urteil dritten Grades noch ein eindeutig bestimmtes Urteil bei. Ich habe beispielsweise in der vorigen Gruppe die Frage erwähnt: Welches ist der wichtigste deutsche Fluss? Es wird hier nun offenbar ein neues und zwar eindeutiges Urteil noch ausserdem verlangt, wenn die Frage lauten würde: was liegt westlicher, Berlin oder der wichtigste deutsche Fluss. Die Antwort „Rhein“ setzt hier, wenn wir den Prozess a priori in seine Teile zerlegen, erstens voraus, dass wir uns beantworten, welche deutsche Flüsse uns gegenwärtig sind, zweitens welcher von ihnen der wichtigste ist, drittens ob dieser wichtigste Fluss oder ob Berlin mehr gen Westen liegt. Ebenso wenn ich frage: welcher Buchstabe kommt später im Alphabet, das L oder der Anfangsbuchstabe des schönsten Baumes? Antwort: T — Tanne. Es ist selbstverständlich, dass der ganze Vorgang durch Hinzutritt dieses dritten Urteils wesentlich wird verzögert werden, da ja auch hier das dritte Urteil sich erst an das zweite, das zweite an das erste anschliesst und das

erste wiederum erst nach Empfang des letzten Wortes aus der Frage überlegt werden kann. So wächst denn auch thatsächlich die Reaktionsdauer so erheblich, dass wir ein Durchschnittsergebnis von M. 1844 σ, V. 370 und R. 1866 σ, V. 340 fanden.

Die mittleren Variationen sind hier natürlich sehr bedeutend, aber doch im Verhältnis nicht übermässig gross; ausserdem spricht die hervorragende Uebereinstimmung beider Versuchspersonen jedenfalls dafür, dass die ganze Versuchsanordnung noch hinlängliche Kontrolle des Vorgangs erlaubte, um ihn mit Recht der experimentellen Untersuchung zu unterziehen. Es handelt sich also hier noch nicht um so komplizierte Prozesse, dass die mitwirkenden Momente etwa unübersehbar und deshalb jede Messung unzulässig wäre, wie es etwa bei wirklich eingehenden, von dem Zwang möglichst schneller Entscheidung befreiten Ueberlegungen und Erwägungen, Phantasieschöpfungen und neuen Gedankenproduktionen selbstverständlich der Fall ist. Dass wir uns immerhin dieser Grenze hier schon näherten, beweist der Umstand, dass eine weitere Komplizierung in der elften Gruppe nicht nur zu sehr ungleichen Durchschnitten, sondern vor allem zu unverhältnismässigen mittleren Variationen führte, so dass ich die ganze Gruppe als unzulässig beiseite lasse, von ihr fernerhin keinen Gebrauch für theoretische Ableitungen mache und vor allem über sie auch probeweise nicht mehr hinausging. Ich hatte in dieser Gruppe nämlich statt des eindeutigen dritten Urteils auch noch ein subjektives Wahlurteil verlangt und überdies den zur Wahl gestellten zweiten Begriff ebenfalls so gegeben, dass er erst durch ein subjektives Wahlurteil entschieden werden musste; letzteres konnte freilich schon vollzogen sein, ehe das letzte Wort der Frage ausgesprochen war, so dass im wesentlichen es sich doch nur um ein Urteil dritten Grades handelte, bei dem aber allerdings zwei Urteile subjektive Wahl enthielten. Die Fragen lauteten also etwa: was halten Sie für eindrucksvoller, das

schönste Drama Shakespeares oder die schönste Oper von Wagner? Antwort: Lohengrin. Was ist malerischer, das schönste Obst oder die schönste Blume? Antwort: Rose. Was ist für die Menschheit wichtiger, die wichtigste Anwendung der Elektrizität oder die wichtigste Verwertung des Pulvers? Antwort: Telegraph. Das Ergebnis war für M. 2197 σ, V. 970, für R. 2847 σ, V. 720. Ich lasse diese Gruppe also unberücksichtigt, und gehe in den nächsten Gruppen von der vorher charakterisierten achten Gruppe aus, an welche die neunte und zehnte unmittelbar anschliesst.

Die neunte verhält sich zur achten genau wie die siebente zur vierten. In der siebenten war eine Entscheidung zwischen mehreren Vorstellungen verlangt, die ihrerseits erst durch begrenztes Urteil gewonnen wurden; in der vierten war ein eindeutig begrenztes Urteil zu bilden. Dort wurde das liebste Drama von Schiller, hier sein erstes Drama verlangt. In der achten Gruppe war nun jener Wahl des siebenten ein eindeutiges Urteil noch hinzugefügt; genau dasselbe eindeutige Urteil wird jetzt in der neunten Gruppe auch dem fest begrenzten Urteil der vierten Gruppe hinzugethan. Das Beispiel der achten Serie: was liegt westlicher, Berlin oder der wichtigste deutsche Fluss, würde in der neunten Serie vielleicht lauten: was liegt westlicher, Berlin oder der Fluss, an dessen Ufer Köln? Den wichtigsten oder den schönsten Fluss zu nennen ist eine subjektive Wahl, deren subjektiver freier Charakter übrigens in anderen Fällen noch deutlicher zu Tage tritt; den Fluss zu nennen, an dem Köln liegt, ist ein eindeutiges Urteil; das hinzutretende Urteil, was westlicher liegt, ist aber in beiden Fällen dasselbe. Als Beispiele dieser Gruppe führe ich an: was ist weniger 15 oder 20 minus 8? Antwort: 12; wer lebte später, Klopstock oder der Dichter des Lear — Klopstock; welcher Buchstabe kommt früher im Alphabet, das P oder der Anfangsbuchstabe unseres Kaisers — F (im Juni 88). Das Durchschnittsergebnis war für M. 1291 σ, V. 180, für R. 1337 σ, V. 230. Nicht nur die

mittlere Variation ist hier erheblich verringert, sondern vor allem die Zahlen selbst sind gegen die achte Gruppe für M. um 553 σ für R. um 529 σ kleiner geworden. Der Unterschied zwischen siebenter und vierter Gruppe betrug dagegen nur 154 σ für M. und 248 σ für R. Während also der psychologische Vorgang in der neunten Gruppe gegenüber der achten scheinbar genau dieselbe Veränderung erfährt, wie ihn die vierte Gruppe gegenüber der siebenten enthält, ist doch die Zeitdifferenz eine wesentlich verschiedene. Bei M. ist diese Differenz jetzt, wo das Urteil höheren Grades noch dazugekommen, um 399 σ, bei R. um 281 σ grösser als damals, wie die Urteile niederen Grades für sich allein in Vergleich kamen.

Nur nach einer Richtung versuchte ich auch noch diese letzte Gruppe zu variieren; es wurde nämlich der Fragestellung dieser Serie in der folgenden, der zehnten Gruppe, dieselbe Zufügung gemacht, die wir schon aus der sechsten Gruppe als Ergänzung zur fünften kennen. Es wurden nämlich den Fragen, die den soeben angeführten vollkommen entsprachen, wieder eine lange Reihe von koordinierten Worten vorausgeschickt, unter denen sich die zu wählenden zwei Worte befanden. Also beispielsweise: ich nannte zwölf Organe; welches ist grösser, die Hand oder das, mit dem man riecht? — Hand. Zehn deutsche Hauptstädte; welche ist kleiner, Dresden oder die von Baden? — Karlsruhe. Zehn Farben; welche ist heller, blau oder die des Schwefels? — gelb. Zwölf Dichter; welcher lebte später, Lessing oder der Dichter des Manfred? — Byron. Der verkürzende Einfluss der vorher genannten Worte war auch hier nicht zu verkennen; das Durchschnittsergebnis war für M. 1153 σ, V. 170, für R. 1145 σ, V. 210.

Ehe ich zu der Frage übergehe, was nun die Zahlenergebnisse dieser achthundert mit M. und R. angestellten Versuche eigentlich lehren, will ich die Hauptzahlen zusammenstellen und erinnere nur noch einmal daran, dass die Zeit der

Reaktion stets die des beginnenden Aussprechens war und die Zahlen stets die gesamte Reaktionszeit messen ohne den üblichen Abzug einer einfachen Reaktion und einer Erkennungszeit.

I. Wortnachsprechen
M. 403 σ   R. 362 σ

II. Unbeschränktes Beziehungsurteil
M. 845 σ   R. 948 σ

III. Beschränktes Beziehungsurteil
M. 970 σ   R. 1103 σ

IV. Eindeutiges Beziehungsurteil
M. 808 σ   R. 889 σ

V. Subjektives Entscheidungsurteil
M. 906 σ   R. 1079 σ

VI. Subjektives Entscheidungsurteil
mit vorangehendem, koordiniertem Vorstellungsmaterial
M. 694 σ   R. 659 σ

VII. 1. Beschränktes Beziehungsurteil
2. Subjektives Entscheidungsurteil
M. 962 σ   R. 1137 σ

VIII. 1. Beschränktes Beziehungsurteil
2. Subjektives Entscheidungsurteil
3. Eindeutiges Wahlurteil
M. 1844 σ   R. 1866 σ

IX. 1. Eindeutiges Beziehungsurteil
2. Eindeutiges Wahlurteil
M. 1291 σ   R. 1337 σ

X. 1. Eindeutiges Beziehungsurteil
2. Eindeutiges Wahlurteil
mit vorangehendem, koordiniertem Vorstellungsmaterial.
M. 1153 σ   R. 1145 σ

XI. 1. Beschränktes Beziehungsurteil
2. Subjektives Wahlurteil
3. Subjektives Wahlurteil
M. 2197 σ   R. 2847 σ

V.

Die Zahlenergebnisse der zwei Arbeiten, über die ich hier objektiv Bericht erstattet, dürften nun in hohem Masse geeigneten Ausgangspunkt bieten für eine Erörterung derjenigen psychologischen Prinzipienfrage, die uns zu den Ver-

suchen veranlasste. Das Verhältnis der associativen und der apperceptiven Vorstellungsverbindung oder, von anderem Gesichtspunkt betrachtet, das Verhältnis des unwillkürlichen und des willkürlichen Gedankenverlaufes war uns als Problem entgegengetreten. Auf der einen Seite stand die Aussage der unbeeinflussten Selbstwahrnehmung, die aufs strengste die unwillkürlich sich verbindenden Vorstellungen von den willkürlichen Denkakten scheidet, und unterstützt sahen wir diese Aussage von der vornehmlich an Wundt sich anschliessenden modernen Psychologie, welche die Apperception scharf von der Association trennt und energisch bestreitet, dass unsere apperceptiven seelischen Leistungen je aus dem „Spiel“ der Associationen erklärt werden können. Nicht die Vorstellungen, nicht der Bewusstseinsinhalt ruft die intellektuellen Leistungen hervor, sondern in der ganzen Anlage und der Entwicklung des Bewusstseins sind unsere inneren Wahlakte und Urteile begründet. Auf der anderen Seite sahen wir nun aber, dass eine nicht metaphysische, sondern rein psychophysische Auffassung der seelischen und körperlichen Erscheinungen, wenn sie wirklich den gesamten Kreis physischer und psychischer Thatsachen gleichzeitig umfassen will, zu hypothetischen Hilfsvorstellungen gezwungen ist, deren Konsequenzen jenen charakterisierten Apperceptionstheorien direkt widersprechen würden.

Jene Apperceptionstheorien würden in der Sphäre der rein psychologischen Betrachtung ihre praktisch wichtige Bedeutung nicht einbüssen; nur wo der Blick sich erweitert, wo der Standpunkt vom psychischen zum psychophysischen sich entwickelt, da allerdings erkannten wir es als unmöglich, ein mit besonderer Anlage und Entwicklung ausgestattetes Bewusstsein anzunehmen, das, selbst physisch nicht bedingt, auf die physischen Gehirnteile einzuwirken vermöchte und auswählend und vergleichend, verbindend und trennend, verstärkend und schwächend auf den Bewusstseinsinhalt Einfluss ausübt. Wir erkannten, dass dann, wenn wir zur Postulierung

solcher Bewusstseinsfähigkeiten genötigt wären, der Versuch einer psychophysischen Theorie völlig gescheitert wäre, da er, konsequent durchdacht, mit der Annahme eines durchgehenden physischen Zusammenhanges und ausnahmsloser physischer Verursachung nicht vereinbar ist. Die Associationen, sahen wir, stehen einer solchen psychophysischen Theorie in keiner Weise hindernd entgegen, sie haben vielmehr, zusammen mit den Sinneswahrnehmungen, zur Ausbildung der psychophysischen Vorstellungen hingeführt. Wollten wir also auf eine geistige und körperliche Erscheinungen gleichmässig umspannende Hilfsvorstellung nicht ganz verzichten, so mussten wir wenigstens den Versuch wagen, jene Erscheinungen, um deren willen die Hypothese von den apperceptiven Fähigkeiten unseres Bewusstseins geschaffen worden, unter Verzicht auf dieselbe, im Sinne der Psychophysik zu erklären, d. h. hier also die apperceptive Vorstellungsverbindung, wie sie in logischen Urteilen und Wahlen vorliegt, im Sinne der Associationslehre zu deuten.

Wenn solche Deutung möglich wäre, so müssten wir sie, trotz des scheinbaren Einspruches des naiven Bewusstseins, jeglicher anderen vorziehen, um die Möglichkeit konsequenter Psychophysik festzuhalten; selbstverständlich wären wir zu dieser Deutung aber geradezu gezwungen, wenn sich Thatsachen ergeben sollten, welche von jener anderen Theorie überhaupt nicht erklärt werden können. Ich glaube, dass die Versuche der beiden skizzierten Arbeiten uns nun in der That solche entscheidenden Thatsachen geliefert haben und wir stehen somit zunächst vor der Frage, ob sich die gefundenen Zahlen mit Hilfe der herrschenden Apperceptionstheorie erklären lassen.

Mit den älteren, durch und durch metaphysisch basierten psychologischen Theorien uns hier auseinanderzusetzen, dürfte zwecklos sein, da dieselben ihrer ganzen Anlage nach genötigt sind, auf eine Verschmelzung mit den physischen Daten

zu verzichten; selbst in der Herbartschen Schule bleiben die entsprechenden Versuche so weit hinter unseren heutigen Anschauungen von Bau und Verrichtung des Gehirns zurück, dass sie für eine psychophysische Theorie, welche wirklich die gesamten Erscheinungen seelischen und körperlichen Lebens einheitlich umfassen will, nicht in Frage kommen dürfen. Nur aber für wirklich psychophysische Theorien können die zeitmessenden Reaktionsversuche als Zeugen citiert werden; Theorien, welche in der Höhe des reinen und nach Belieben auch unbewussten Geistes schweben, haben es zu bequem, alle Zeitdifferenzen solcher Versuche auf das niedere Getriebe der rein körperlichen Vorgänge abzuwälzen, um die sich nicht zu kümmern ihnen geradezu rühmlich erscheint.

Wer nur Psychologe sein will, hat das volle Recht, alle Zahlen solcher Art der Physiologie zu überlassen, er hat aber nicht das Recht, diesen seinen Standpunkt für den wissenschaftlich höchsten zu halten. Wer neben den psychologischen Daten auch die physischen wirklich kennt, darf der Sonderbetrachtung der einen oder der anderen nur den Wert provisorischen Ueberblickes beilegen, genau so, wie er vielleicht sich zunächst eine Seelentheorie für die Empfindungen und eine andere für die Willensakte konstruiert oder einen Materienbegriff für die Optik, einen anderen für die Elektrizität, ohne damit zu meinen, dass solche Konstruktionen das letzte Wort in der psychischen oder physischen Weltanschauung bilden. Wer wirklich das Einheitsbedürfnis des Geistes für den gesamten Erfahrungsstoff befriedigen will, der kann theoretisch nicht nur Psychologe oder Physiker bleiben, der muss zur Psychophysik fortschreiten und findet dann allerdings keinen Ausweg mehr, solche *psychophysischen Zeitmessungen von der Psychologie abzuschütteln und der Physiologie anzuhängen*. Nur die psychophysischen Theorien kommen somit in Frage und ich wiederhole das Thema unserer nächsten Betrachtung: *Ist die an Wundt sich anschliessende Theorie der modernen physiologischen Psychologie*

im stande, die vorliegenden Zeitmessungsergebnisse zu erklären, ohne in Widerspruch mit ihren Grundvoraussetzungen zu geraten?

Die Frage von vornherein zu verneinen, noch ehe von jener Seite ein Versuch gemacht, würde voreilig erscheinen, wenn Wundt nicht auf Grund seiner Theorie im voraus wenigstens einen Teil der Experimente für unmöglich erklärt hätte, und zwar gilt das vornehmlich von den Versuchen der ersten Arbeit mit Dr. Thumb. So sagt Wundt ausdrücklich: „Die verkürzten Reaktionen werden möglicherweise zur Untersuchung des Zeitverlaufes der physiologischen Hilfsvorgänge dienlich sein; der vollständige Reaktionsvorgang dagegen wird allein den Ausgangspunkt für die Untersuchung komplizierterer psychischer Akte bilden können“ [1]. Ich glaube nun darin nicht fehl zu gehen, dass die Unterscheidung, ob der zugerufene Name einer historischen Persönlichkeit, einem Dichter, einem Musiker, einem Naturforscher, einem Philosophen oder einem Staatsmann gehört, zumal wenn jedesmal neue Namen zugerufen werden, von Einübung also nicht die Rede sein kann, in der That einen „komplizierteren psychischen Akt“ darstellt, und dennoch zeigte es sich, dass wir zwischen vollständiger und verkürzter Reaktion nach Belieben wechseln konnten, die verkürzte Reaktion mithin ebenfalls den Ausgangspunkt für die Untersuchung komplizierterer psychischer Akte zu bilden berechtigt ist. An anderer Stelle heisst es: „Ist die Reaktion muskulär, so erfolgt dieselbe automatisch im Moment des Eindruckes; in diesem Zustand ist es daher schlechterdings unmöglich, den Bewegungsimpuls so lange zurückzuhalten, bis der Unterscheidungsakt vollendet ist“ [2]. Dass diese Zurückhaltung bis zu erfolgter Unterscheidung wirklich bei uns eintrat, ergibt sich ja als selbstverständlich aus dem richtigen Ergebnis der Fingerwahl. Während natür-

---

[1]) Wundt, Physiol. Psychol. Bd. II. [4] S. 269.
[2]) A. a. O. S. 302.

lich bei Reaktion mit einem Finger eine Garantie für erfolgte Unterscheidung nicht möglich ist, dürfte dieselbe bei der Reaktionswahl zwischen fünf Fingern vollauf durch den Erfolg geliefert sein. Dass aber andererseits wirklich reine Formen verkürzter Reaktion bei uns vorlagen, ergibt sich schon aus den nicht seltenen Fehlreaktionen; sagt doch Wundt selbst: „solche Fehlreaktionen kommen nur bei verkürzter Reaktion vor“ [1]).

Wird die Unmöglichkeit, die Apperceptionshypothese mit unseren Versuchsergebnissen zu vereinbaren, somit bezüglich der Thumbschen Arbeit von Wundt selbst schon mit Recht demonstriert, noch ehe die Versuche angestellt waren, so gilt dasselbe in gewissem Sinne wenigstens von einem Punkte der Rieger-Mayerschen Arbeit. Unsere Versuche zeigten nämlich, dass die eindeutigen Beziehungsurteile wesentlich schneller abliefen als die unbeschränkten Beziehungsurteile; dieses Ergebnis entspricht genau dem, dass auch bei Cattell die freien Associationen mehr Zeit in Anspruch nehmen als die eindeutig bestimmten. Nun bemerkt Wundt zu den letzteren: „Bei den eindeutig bestimmten Associationen liegen die Verhältnisse für den raschen Vollzug der Reproduktion am günstigsten. Es handelt sich hier stets um Fälle, wo auch bei freier Association die reproduzierte Vorstellung die nächstliegende gewesen wäre, und wo durch die gewohnheitsmässige Einübung die betreffende Association zu einer vollkommen stabilen geworden ist“ [2]). Ich sehe hierin zwar keine Erklärung, weshalb der eine Akt, statt gleich zu sein, kürzer ist als der andere; ich sehe aber andererseits in dieser Deutung entschiedene Stellungnahme in dem Sinn, dass die Verkürzung der eindeutigen Association eben nur dann auf dem Standpunkt der Wundtschen Theorie erklärbar ist, wenn die reproduzierte Vorstellung wirklich die auch bei freier Association

---

[1]) A. a. O. S. 289.
[2]) A. a. O. S. 317.

nächstliegende ist, während die Theorie versagt, sobald die eindeutige Bestimmung von intellektuellen Motiven abhängig ist, von einer gewohnheitsmässigen Einübung also nicht die Rede sein kann. So sehr nun die von Wundt angeführten Fälle [1]): Association der Farbenbezeichnung zu dem Farbeneindruck, des Wortbildes zum Schriftbild, des Wortes einer gegebenen zu dem einer anderen Sprache, sich in der That als nächstliegende Associationen dokumentieren, so weit haben sich, wie oben dargelegt, unsere entsprechenden Versuche von den durch Einübung stabilen Associationen entfernt. Wenn trotzdem das Ergebnis dieselbe Verkürzung aufweist, so lässt sich, glaube ich, schon aus obiger Stelle der Widerspruch zwischen Wundts Hypothese und den von uns gefundenen Thatsachen als wahrscheinlich darlegen. Nun bedarf es dazu aber gar nicht besonderer Interpretation einzelner Stellen; die ganze Reihe unserer Zahlenergebnisse spricht lebhaft gegen jede Apperceptionstheorie, überhaupt gegen jeden prinzipiellen Gegensatz zwischen Apperception und Association, zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Vorstellungsverbindung.

Bleiben wir zunächst bei der ersten Arbeit stehen und vergegenwärtigen wir uns, *wie das Resultat hätte ausfallen müssen, wenn die Apperceptionstheorie recht hätte.* Dieselbe sagt, dass in unserem Gehirn durch Einübung Zuordnungen entstehen, derart, dass eine Erregung associativ eine andere hervorruft, sei es, dass auf Grund physiologischer Verbindung eine Vorstellung sich mit einer anderen verknüpft, sei es, dass eine Reizwahrnehmung sich mit einem Bewegungsanstoss verbindet. Beides aber, so lehrt sie, ist nur gewissermassen das Rohmaterial, aus welchem unser Bewusstsein erst durch seine spontane Thätigkeit das Denken und Handeln, also die inneren und äusseren Willensleistungen hervorbringt. Nicht in diesen Associationen also liegt der eigentlich entscheidende Grund für die psychischen Leistungen, sondern in

---

[1]) A. a. O. S. 313.

der ganzen „Vergangenheit und Anlage" des Bewusstseins. Es kann daher wohl bei einzelnen wenigen Reizen nach längerer Uebung eine automatische Koordination eintreten, so dass durch rein physiologische reflexartige Verbindung etwa auf einen Reiz reagiert werden kann, noch ehe die Wahrnehmung desselben überhaupt ins Bewusstsein gedrungen ist. Ueberall aber, wo es sich nicht um wenige, lange eingeübte Reize handelt, da ist die physiologische Leitung für sich allein unzureichend, um die vom Reiz ausgelöste Gehirnerregung samt den ihr physiologisch associierten Erregungen in die zweckmässige motorische Bahn zu lenken, da ist das Eingreifen des Bewusstseins, des Willens, der Apperception, unerlässlich und als Vorbedingung der apperceptiven Wahlthätigkeit des Bewusstseins selbstverständlich erforderlich, dass die Erregungen wirklich ins Bewusstsein gedrungen sind. Alle Apperceptionsleistungen sind folglich bewusste Leistungen, die sich, da die Apperception immer nur einen Akt nach dem anderen vollbringen kann, auf einander folgen; je komplizierter der psychische Gesamtvorgang, desto mehr apperceptive Teilvorgänge müssen sich somit im Bewusstsein folgen, desto grösser muss somit auch die Zeit sein, welche der Vorgang einnimmt.

Ich halte es für eine unabweisbare Konsequenz dieses Standpunktes, dass bei jedem komplizierten Wahlvorgang wie bei den letzten Versuchsreihen unserer Arbeit, die verschiedene Richtung der Aufmerksamkeit vor Beginn des Versuchs gerade den entgegengesetzten Erfolg haben muss, als sich bei uns herausgestellt. Der erste Finger sollte gehoben werden, wenn das zugerufene Wort ein Substantiv, der zweite wenn es ein Adjektiv, der dritte wenn es ein Pronomen, der vierte wenn es ein Zahlwort, der fünfte wenn es ein Verbum ist. Dass solche komplizierte Wahl, in anbetracht dass kein Wort zweimal benutzt wurde, Einübung also wegfiel, durch blosse unwillkürliche Association erfolgt, ist von jenem Standpunkt natürlich undenkbar; sie muss also Resultat der Apperception

sein, sie kann auch mithin erst eintreten, nachdem das Wort ins Bewusstsein gedrungen und hier im Bewusstsein müssen sich nun alle die Teilakte abspielen, deren Resultat der Wille ist, einen bestimmten Finger zu heben. Die günstigsten Bedingungen wird der Prozess offenbar dann finden, wenn die Aufmerksamkeit von vornherein möglichst auf den zu erwartenden Reiz gerichtet ist; dadurch wird der Reiz so rasch wie nur möglich wahrgenommen und verarbeitet, so dass rasch auch die Entscheidung auf Grund dieser Verarbeitung erfolgen kann.

Die ungünstigsten Bedingungen werden dagegen zweifellos dann vorliegen, wenn die Aufmerksamkeit dem Reiz möglichst abgewandt ist, wie es bei unseren Versuchen der Fall war, sobald die Aufmerksamkeit vorher völlig auf den Bewegungsimpuls gerichtet war. Unter letzterer Bedingung muss ja, sobald der Reiz eintritt und ins Bewusstsein dringt, das Bewusstsein seine Aufmerksamkeit erst wieder von der Bewegungsvorstellung ab- und auf den Reiz hinlenken, so dass erst nach diesem mehrgliedrigen Prozess derjenige Vorgang einsetzen kann, der, wenn die Aufmerksamkeit gleich auf den Reiz gerichtet ist, ohne Vorspiel beginnen kann. Es muss mithin die Zeit für die Wahlreaktion dann am kürzesten sein, sobald die Aufmerksamkeit möglichst scharf dem Reize zugewandt ist, dagegen dann am längsten, wenn sie nicht nur zerstreut, sondern geradezu einer anderen Vorstellung, hier der Bewegung zugerichtet ist. Die Versuche lehrten uns dagegen umgekehrt, dass die Zeit im letzteren Fall erheblich kürzer war als im ersteren; die Voraussetzung muss also falsch sein, auch die komplizierteren Entscheidungsakte müssen also eventuell ablaufen können, ohne dass die Einzelglieder derselben successive in den Blickpunkt des Bewusstseins oder überhaupt ins Bewusstsein treten.

Das, was die Apperceptionstheorie fordert, wird durch unsere sogenannten vollständigen Reaktionen ja vollkommen illustriert. In der That zeigen dieselben ja, wie mit wach-

sender Kompliziertheit die Zeiten stetig wachsen; von 383 σ, als es galt mit den fünf Fingern auf die fünf ersten Zahlen zu reagieren, bis zu 1122 σ, als es galt, die fünf Reaktionen entsprechend den fünf Kategorien der Dichter, Musiker u. s. w. auszuführen. Bei diesen vollständigen Reaktionen war die Aufmerksamkeit dem Reiz zugewandt. Der Eindruck wurde ins Bewusstsein gehoben; sobald dieses fertig, entsann man sich der Aufgabe, zu beurteilen, in welche Kategorien der Name gehörte, und sobald auch dieses vollendet, schritt man zur Wahl der Gruppe, um sich schliesslich der verabredeten Fingerzuordnung zu entsinnen und dann den Finger zu heben. Kürzer konnte der Prozess nicht ablaufen, denn da nichts anderes vor dem Versuche vorbereitet ist, als dass die Aufmerksamkeit sich dem Reiz zuwendet, so muss alles übrige, eines nach dem anderen, nach erfolgtem Bewusstwerden des Reizes eintreten und da es eine Entscheidung gilt, so schreitet das Bewusstsein erst dann zu dem neuen Akt, wenn es sicher ist, dass der alte vollendet, richtiger, wenn in ihm auch noch das Urteil auftaucht, dass dieser Akt vollzogen und somit zu einem neuen geschritten werden darf. Kurz die Lenkung der Aufmerksamkeit auf den Reiz bedingt es, dass alle an den Reiz anknüpfenden Prozesse im Bewusstsein nacheinander ablaufen, meist noch unterbrochen durch die Reflexion, dass jetzt der eine Prozess fertig und Zeit sei, den neuen zu beginnen; mit der Zahl der Einzelprozesse muss unter dieser Bedingung also auch die Zeit wachsen, genau wie die Apperceptionstheorie es annimmt.

Es ist dieses aber ein durchaus künstlicher Fall; indem wir unsere ganze Aufmerksamkeit dem Reiz zuwenden und sie von dem, was auf den Reiz in uns folgen soll, möglichst ablenken, zwingen wir uns allerdings, die Folgeerscheinungen des Eindrucks erst dann zu erwägen, wenn seine Wahrnehmung erfolgt ist oder wir dieses Erfolges uns besonders bewusst geworden sind und ebenso mit der Willenshandlung uns erst dann zu beschäftigen, wenn die Erwägung abgeschlossen oder

wir diesen Abschluss gar in unserem Bewusstsein gebucht haben. Hat die Apperceptionstheorie aber ein Recht, diesen in Experimenten künstlich erzwungenen Fall so zu verallgemeinern, dass ein anderes Vonstattengehen als unmöglich hingestellt wird? Wenn wir solche experimentelle Bedingungen herstellen, durch welche wir genötigt sind, einen höheren psychischen Akt in seine Teile zu zerlegen und an jeden neuen unter ihnen erst dann heranzutreten, sobald wir uns bewusst sind, mit dem Vorhergehenden fertig zu sein, dann, aber auch nur dann, wächst die für den Gesamtprozess nötige Zeit mit der Zahl der Akte, in die wir ihn reflexionsmässig zerlegen können. Dürfen wir aber aus dem Umstand, dass wir solche experimentellen Bedingungen herstellen können, oder dass solche Bedingungen vielleicht für das Experiment besonders nahe liegen, nun schliessen, dass es die natürlichen, die gewöhnlichen, oder gar die einzig möglichen Bedingungen sind? Dürfen wir, weil unter diesen Bedingungen ein successives Bewusstwerden der hauptsächlichsten Teilakte des psychischen Prozesses stattfindet, schliessen, dass der psychische Prozess nicht anders ablaufen kann, als wenn wir mit Bewusstsein die Einzelstadien durchmachen?

Unsere Zahlen mit verkürzter Reaktion geben darauf eine unzweideutige Antwort. Der Reagierende stand jetzt vor derselben Aufgabe, nur die Bedingungen waren andere; die Aufmerksamkeit war jetzt den Bewegungsmöglichkeiten und den mit den Bewegungsvorstellungen verschmolzenen Kategoriebegriffen zugewandt. Der Erfolg ist, dass jetzt die Reaktionen nicht nur überhaupt schneller, sondern in den verschiedensten Kategorien mit derselben Schnelligkeit ausgeführt werden. Den vier letzten Reihen, denen bei vollständiger Reaktion die Zahlen 688, 712, 893, 1122 σ zukamen, entsprechen bei verkürzter Reaktion die Zahlen 430, 432, 432, 437, mit anderen Worten sie sind gleich, da eine Differenz von 7 σ bei Grössen von fast einer halben Sekunde nicht in Frage kommen kann. Dass diese Verkürzung darauf beruht,

dass die Muskelbewegung vorher intendiert ist, kann nicht eingewandt werden, da der Unterschied zwischen vollständiger und verkürzter Reaktion bei einfachem Schalleindruck nur 42 σ betrug und von dieser Grösse langsam bis zu 685 σ anschwillt.

Es ist also kein Zweifel, dass die Verkürzung Teile desjenigen Vorganges trifft, welcher zwischen Reiz und Bewegungsanstoss sich abspielt. Dass dieselben nicht einfach ausgefallen, garantiert die richtige Fingerwahl; dass die Prozesse, trotz der gleichbleibenden Reaktionszeit, stetig komplizierter wurden, beweist das Wachsen der Zeit für dieselben Prozesse bei vollständiger Reaktion; es bleibt mithin nur der eine Ausweg, dass die Prozesse unabhängig vom Willen und Bewusstsein sich so abgespielt, dass sie sich der Zeit nach teilweise deckten und übereinanderschoben, statt aufeinander zu folgen. Ist dieses möglich, so ist die Voraussetzung der Apperceptionstheorie falsch. Die komplizierteren sogenannten intellektuellen Prozesse können somit, gleichviel ob ihr Produkt eine äussere Handlungsreaktion oder eine, von einer Vorstellung begleitete innere Erregung ist, so ablaufen, dass ein Prozess schon einsetzt, ehe das Resultat des vorhergehenden, auf das er sich stützt, ins Bewusstsein gedrungen ist; der willkürliche Eingriff des Bewusstseins, der Apperception ist somit eine unberechtigte Hypothese.

Betrachten wir nunmehr die wesentlicheren Ergebnisse der zweiten Arbeit ebenfalls vom Standpunkt der Apperceptionstheorie. Vergegenwärtigen wir uns, welche Zahlenverhältnisse vom Standpunkt jener Theorie erwartet werden mussten, und wie dieselben sich zu den wirklich erhaltenen stellen. Ohne hier den ganzen Stoff durchzumustern, hebe ich einige Hauptpunkte hervor und knüpfe am einfachsten an Gruppe IV, die eindeutigen Beziehungsurteile, an. Wir erinnern uns, dass bei denselben in keiner Weise die nächstliegende Association in Frage kam, vielmehr eindeutige Be-

ziehungen der verschiedensten und oft ungewöhnlichsten Art. Trotzdem sehen wir bei beiden Versuchspersonen die Reaktionszeit erheblich kürzer als bei unbeschränktem oder mehrdeutig beschränktem Beziehungsurteil, während es eine offenbare Konsequenz der Apperceptionstheorie wäre, dass die eindeutigen Urteile, wenn es sich nicht um stabile Associationen handelt, geradezu länger als die anderen Beziehungsurteile dauern müssten. Bei dem unbeschränkten Beziehungsurteil, oder wie man es irrtümlicherweise gewöhnlich nennt, bei der freien Association, wird nach der üblichen Auffassungsweise das zugerufene Wort vom Bewusstsein aufgenommen, und dieser Bewusstseinsinhalt hebt dann aus der Erinnerung andere Vorstellungen ins Bewusstsein; die erste, welche sich meldet, wird sofort appercipiert und an diesen Apperceptionsakt knüpft die Reaktion, der Impuls zum Aussprechen, an.

Wenn mir „Schiller" zugerufen wird, drängen sich Vorstellungen wie Weimar, Goethe, Fiesko heran, und der ersten besten folgend rufe ich Weimar. Wird nun dagegen statt der Frage: welches Wort steht in Beziehung zu Schiller? die Frage gestellt: wie hiess das erste Drama von Schiller? so verlangt die Apperceptionstheorie, welche alle Leistungen dieser Art an die Thätigkeit des Bewusstseins knüpft, dass ebenfalls das Wort Schiller, erst sobald es ins Bewusstsein gedrungen, associierte Worte hervorruft, dann aber das Bewusstsein kraft der aus seiner ganzen „Vergangenheit und Anlage" resultierenden geistigen Kraft diejenige Vorstellung heraussucht, welche der Bedingung entspricht, der Name von Schillers erstem Drama zu sein. Ich halte es nun freilich für möglich, dass, wenn jemandem aufgetragen wird, zum Worte Schiller hundert freie Associationen zu bilden, das Wort „Räuber" zufällig nicht darunter sein könnte; die appercipierende Bewusstseinsfunktion des Betreffenden würde also, wenn es Schillers erstes Drama aus den Erinnerungsvorstellungen herauszusuchen gilt, mehr als hundert Vorstellungen

Revue passieren lassen müssen, ehe vielleicht die erwünschte auftaucht. Allenfalls liesse sich mit der gekennzeichneten Theorie der Vorgang so auffassen, dass in jenem Fall beispielsweise die Association Weimar und Goethe verworfen wird, die Association Fiesko dagegen von der Apperception festgehalten wird, weil sie wenigstens ein Drama, wenn auch nicht das erste bezeichnet; es könnte dann vielleicht der Fiesko selbst wieder Associationen hervorrufen, bei denen die Chance gerade das gesuchte Drama anzutreffen, erheblich grösser ist. Wie dem aber auch sein mag, es erscheint in jedem Falle geradezu widersinnig anzunehmen, dass jenes Ergreifen der ersten besten auftauchenden Association länger dauern soll als jenes Empordringen einer grossen Zahl von Associationen samt dem darauf folgenden Auswählen und dem Herausgreifen der Passenden, und dennoch zeigen unsere Versuche, dass wir das erste Drama Schillers rascher nennen als eine freie Association. Die Apperceptionstheorie muss fordern, dass beim eindeutig bestimmten Beziehungsurteil, das nicht stabile Association ist, mehrere, meist sogar viele Vorstellungen ins Bewusstsein gehoben werden, von denen im günstigsten Fall alle bis auf eine der festgestellten Bedingung nicht entsprechen, so dass sich zu dem, bei der freien Association allein vorhandenen Erkennungsakt auch noch ein innerer Wahlakt hinzugesellt. Lassen wir den ungünstigeren Fall, dass nämlich sämtliche gehobenen Associationen der gestellten Bedingung nicht entsprechen, beiseite, so ist auch für den ersteren Fall unser Ergebnis absolut unmöglich. Es sollen zwei Akte nach einander im Bewusstsein folgen und doch soll der erste von den beiden für sich allein länger dauern als die beiden zusammen.

Nicht besser sieht es mit den Konsequenzen der Apperceptionstheorie gegenüber den anderen Versuchen aus. Ich hebe beispielsweise die Gruppen VI und X hervor, welche von V und IX nur dadurch sich unterscheiden, dass den der Urteilsbildung unterliegenden Fragen hier koordiniertes Vor-

stellungsmaterial vorangeht, unter welchem sich auch die Objekte des Urteils befinden. Ich sehe nicht, wie der herrschenden Theorie zufolge die Zeit der Urteilsbildung dadurch irgendwie verändert werden kann. Wenn ich frage: welcher griechische Schriftsteller ist schwerer, Plato oder Pindar, so ist das ein Urteilsakt, der doch in seinem psychologischen Gefüge, in der Zahl der dazu nötigen Apperceptionsakte und in seinem ganzen Verlauf unmöglich dadurch verändert wird, dass der ganzen Frage eine schnelle Aufzählung von zwölf griechischen Autoren vorangeht, unter denen sich auch jene zwei Namen befinden. Die apperceptive Thätigkeit des Bewusstseins kann deshalb ja doch nicht früher einsetzen mit ihrem Beurteilen und Vergleichen als bis die zwei Namen der Frage genannt sind und dennoch sehen wir übereinstimmend in beiden Gruppen für beide Versuchspersonen erhebliche Verkürzung eintreten, in der sechsten Gruppe für den einen 212 σ, für den anderen sogar 420 σ.

Bleiben wir auch einen Augenblick bei Gruppe VII stehen. Sie verlangt erstens ein beschränktes Beziehungsurteil und zweitens innerhalb der durch jenes erste Urteil ausgewählten Vorstellungen ein subjektives Entscheidungsurteil. Wollten wir der Apperceptionstheorie folgen, so könnten wir die Zeit für dieses zusammengesetzte Urteil uns annähernd theoretisch berechnen. Da das Entscheidungsurteil sich auf das Resultat des Beziehungsurteils stützt und solche höheren in Vorstellungserregung oder Wahl endenden Leistungen an die Thätigkeit der Apperception geknüpft sind, so kann jener Auffassung zufolge das Entscheidungsurteil erst dann begonnen werden, sobald das Resultat des beschränkten Beziehungsurteils im Bewusstsein angelangt ist; beide Akte müssen also aufeinander folgen. Kennen wir die Zeit für jeden der beiden, so müssen wir also einfach summieren, um die Gesamtzeit zu erhalten. Nun können wir, so sagt die Apperceptionstheorie, jene beiden Einzelzeiten ja leicht erhalten. Gruppe III lieferte uns nämlich die Reaktionszeit auf

beschränkte Beziehungsurteile; wir werden aus derselben nach der stets ohne Zaudern verwerteten Methode die eigentliche Zeit für das Beziehungsurteil gewinnen, wenn wir die Zeit aus Gruppe I, einfache Reaktion durch Wortnachsprechen, subtrahieren und somit ungeprüft die Konsequenz der Apperceptionstheorie hinnehmen, dass die Urteilsbildung erst dann einsetzt, sobald das Wort im Bewusstsein angelangt ist. Subtrahieren wir, so ergibt sich als Zeit des beschränkten Beziehungsurteils für M. 970 — 403 = 567 σ, für R. 1103 — 362 = 741 σ. Auf dieselbe Weise liesse sich aus Gruppe V und I die Zeit für das subjektive Entscheidungsurteil gewinnen; es betrüge für M. 906 — 403 = 503 σ, für R. 1079 — 362 = 717 σ. Addieren wir die beiden so gefundenen Zeiten und fügen die Grundzeit für die Reaktion mittels blossen Nachsprechens hinzu, in welche jene beiden Urteilsakte ja nur der Theorie zufolge zwischengeschoben sind, so ergibt sich für M. 567 + 503 + 403 = 1473 σ, für R. 741 + 717 + 362 = 1820 σ. Die wirklich erhaltenen Zahlen der siebenten Gruppe betragen dagegen 962 σ und 1137 σ, *also* 511 σ *respektive* 683 σ *weniger, als aus der Theorie folgen müsste.* Vor allem, während nach der Theorie, welche die inneren Wahlakte als successive Leistungen des appercipierenden Bewusstseins hinstellt, die siebente Gruppe um 503, respektive 717 σ grösser sein sollte als die dritte Gruppe, ist sie derselben fast genau gleich (der Unterschied beträgt für M. + 8 σ, für R. — 34 σ). Von einem Aufeinanderfolgen der verschiedenen Leistungen dürfte also gar keine Rede sein; *gerade damit aber steht und fällt die Apperceptionstheorie.*

Nur noch auf ein Ergebnis sei zum Schluss hingewiesen, das als Gegenstück zu der eben angeführten theoretischen Addition eine aus der Theorie folgende Subtraktion in bemerkenswerte Beleuchtung rückt. Die siebente Gruppe gab uns die Reaktionszeit bei beschränktem Beziehungsurteil plus subjektivem Entscheidungsurteil, die vierte Gruppe gab da-

gegen die Zeit bei eindeutigem Beziehungsurteil; die letztere war kleiner als jene und zwar war die Differenz der siebenten minus der vierten: für M. 154 σ, für R. 248 σ. Nun wurde in der achten Gruppe zur Aufgabe der siebenten ein eindeutiges Wahlurteil beigefügt und genau dasselbe eindeutige Wahlurteil wurde in der neunten Gruppe zur Aufgabe der vierten hinzugenommen. Da das Wahlurteil sich wieder auf die Ergebnisse der vorangehenden Urteile bezog, so musste es der Apperceptionstheorie zufolge wieder erst dann einsetzen, sobald die Resultate der vorangehenden Urteile schon ins Bewusstsein gedrungen sind; es muss in beiden Gruppen also den vorangehenden Urteilen folgen, es muss in der achten und neunten Gruppe also dieselbe Grösse zur siebenten und vierten Gruppe hinzuaddiert werden oder, was dasselbe besagt, wenn wir das Resultat der achten Gruppe kennen, werden wir das der neunten berechnen können, wenn wir die Differenz zwischen siebenter und vierter Gruppe abziehen. Die achte Gruppe ergab für M. 1844 σ, für R. 1866 σ. Die Differenz fanden wir soeben 154, respektive 248 σ, subtrahieren wir dieselbe, so bleibt für M. 1690 σ, für R. 1618 σ. Das thatsächliche Ergebnis der neunten Gruppe ist dagegen 1291, respektive 1337 σ, mithin 399, respektive 281 σ weniger als berechnet. Von einem blossen Addieren und Subtrahieren, wie es ja thatsächlich wäre, wenn es sich um einheitliche, auf einander folgende Apperceptionsakte unseres Bewusstseins handelte, kann also nicht die Rede sein, und weitere Beweise dieser Art liessen sich schon diesen paar Versuchsreihen in Menge entnehmen. Uns genügen die paar Beispiele; es galt ja nur zu zeigen, wie die Apperceptionstheorie sich in ihren Konsequenzen zur Wirklichkeit in Widerspruch setzt, dass jene komplizierteren psychischen Vorgänge sich zeitlich offenbar nicht einfach folgen, sondern durcheinander schieben und decken, die Apperception also, die immer nur einen Akt, immer nur eine innere Willenshandlung nach der anderen zu vollbringen

vermag, unmöglich der Thäter unserer inneren Thaten sein kann.

Wir stehen somit vor der Frage, ob, wenn die Apperceptionstheorie ohnmächtig ist, die Vorgänge der willkürlichen Denkakte zu erklären und unsere entsprechenden Zahlenergebnisse verständlich zu machen, ob die Associationstheorie es vermag und wie weit sie im stande ist, auch dieses Gebiet der inneren Wahlhandlung und der Urteilsbildung, das sich am längsten einer konsequenten psychophysischen Betrachtung zu entziehen vermochte, wirklich zu erleuchten. Wir können unsere Versuche aber nicht vom Standpunkt der Associationstheorie zu deuten versuchen, ehe wir uns nicht in äussersten Umrissen vergegenwärtigt, was jene Theorie will. Ihre allgemeine Stellung zur Psychophysik, ihre ungeheuren methodologischen Vorteile gegenüber jeder Theorie, welche dem Bewusstsein selbst eine Fähigkeit zuschreibt, in den Bewusstseinsinhalt einzugreifen, haben wir eingehend gewürdigt; jetzt fragt es sich, was die Theorie dem einzelnen Problem gegenüber zu leisten vermag. Wir hatten gesehen, dass wir aus methodologischen Gründen die Associationstheorie bevorzugen müssten, wenn beide in gleich befriedigender Weise die einzelnen Schwierigkeiten zu lösen vermochten. Davon ist nun für das Problem der willkürlichen Vorstellungsbewegung, der Urteilsbildung, der inneren Wahlakte, nicht mehr die Rede; dass sich die Apperceptionstheorie hier von den Thatsachen entfernt, können wir nicht mehr bezweifeln. Selbstverständlich ist damit aber noch nicht gesagt, dass die Associationstheorie nun wirklich das Erklärungsbedürfnis befriedigt; wir müssen vorurteilslos ihre Rechte prüfen.

VI.

Versuchen wir, die Associationstheorie in konsequenter Ausgestaltung uns zu vergegenwärtigen und dann zu entwickeln, inwieweit sie die willkürliche Vor-

stellungsbewegung, das logische Denken, die inneren Willenshandlungen begreiflich zu machen im stande ist.

Die Associationstheorie betrachtet, von der sinnlichen Wahrnehmung abgesehen, als elementaren Faktor jeglichen psychophysischen Geschehens die Reproduktion eines psychophysischen Vorgangs durch einen anderen. Eine gegenwärtige Vorstellung erweckt die Erinnerung an eine frühere, die erste hebt die zweite, die zweite regt die dritte an, und immer neue Variationen und Kombinationen der Erinnerungselemente können so entstehen. Aber ist durch die Beschreibung solchen Vorganges derselbe denn schon erklärt, und vor allem, ist selbst durch die Erklärung dieser Vorstellungsverkettung denn schon wirklich mehr erklärt als ein sich überstürzendes Vorstellungsgetümmel, wie es im Geist des Maniakalischen vorkommt, nicht in dem des normalen Menschen, selbst wenn er sich freiem Phantasiespiel überlässt? Treten wir zunächst der ersten Frage näher. Ist das, was gemeinhin als freie Vorstellungsassociation beschrieben wird, wirklich psychophysisch erklärbar? Dass die betreffenden Vorgänge psychologisch erklärbar sind, ist ja selbstverständlich, denn da die psychologische Erklärung lediglich darin besteht, die Prozesse auf nacherzeugbare psychische Verbindungen zurückzuführen, so ist mit der Konstatierung der Thatsache, dass eine Vorstellung beispielsweise eine ihr ähnliche hervorruft, auch gleichzeitig für alle Fälle dieser Art die Erklärung gegeben. Ein weiteres Erklären als ein Zurückführen auf die Vorgänge, die wir in uns nacherzeugen können, gibt es eben in der Psychologie nicht, genau so wie in der Physik kein weiteres Erklären möglich ist, als ein Zurückführen auf anschauliche Vorgänge.

Die Psychophysik verlangt nun aber, dass die psychologische Erklärung mit der physiologischen vereinbar sei und da ist nun ohne Zweifel eine scharfe Trennung nötig zwischen solchen psychologischen Associationen, welchen eine in sich geschlossene physische Kausalreihe parallel laufend gedacht

werden kann und solche, bei denen solche Parallelsetzung eines Anhaltepunktes entbehrt. Darin aber herrscht, wie früher hervorgehoben, völlige Uebereinstimmung, dass jede Association durch blosse Aehnlichkeit in der That sich dem psychophysischen Verständnis entzieht. Die allgemeine Behauptung, dass auch ihr ein physischer Vorgang zu Grunde liegen wird, ist da nicht nur unzureichend, sondern widerspricht in dieser unbegründeten Fassung aller Wahrscheinlichkeit. Jede Wahrscheinlichkeitsbetrachtung lehrt, dass wenn ein physischer Vorgang aus physischen Ursachen einen anderen erzeugt und eine dem ersteren entsprechende psychische Erregung eine andere psychische Erregung hervorruft, welche zur ersten in dem rein psychischen Verhältnis der Aehnlichkeit steht, dass dann die zweite psychische Erregung dem zweiten physischen Vorgang nicht mehr entsprechen wird. Hunderttausende von physischen Möglichkeiten standen offen und ebenso hunderttausende von psychischen Möglichkeiten; auf beiden Seiten wird ganz unvergleichbaren Gesetzen bei der Auswahl gefolgt und nun soll zufällig die eine gewählte physische Möglichkeit der einen gewählten psychischen entsprechen: das ist keine wissenschaftliche Hypothese. Gibt es also wirklich Associationen, die lediglich auf solchen Motiven wie Aehnlichkeit beruhen, auf Motiven also, die für die physische Kausalität unmöglich bestimmend gedacht werden können, so kann von einer psychophysischen Erklärung nicht die Rede sein.

Nun zeigt aber die Entwicklung der Associationslehre in der neueren Psychologie, dass in der Gruppierung der Associationen durchaus keine Uebereinstimmung besteht, vor allem dass bei diesen Gruppierungsversuchen durchaus kein stetiger Fortschritt vorliegt. Zu denselben von einander abweichenden Resultaten, zu denen verschiedene Forscher heute gelangen, kam man im allgemeinen schon lange; der eine knüpfte nicht an die Resultate des andern an, sondern verschiedene Grundauffassungen lösten einander ab, bald trat diese, bald jene

mehr hervor, ohne dass irgend eine ganz beseitigt wurde, vor allem die Anschauung, dass alle Associationen sich auf ein äusserliches Beziehungsschema zurückführen lassen, wechselte immer wieder mit der anderen Auffassung, dass die Associationen zum kleineren Teil äusserliche, zum grösseren Teil innerliche Beziehungen besässen. Wäre eine dieser beiden, sich scheinbar einander ausschliessenden Auffassungen allein berechtigt, so wäre es unwahrscheinlich, dass die irrtümliche Anschauung, nachdem sie durch die zutreffende ersetzt, doch immer wieder auftaucht; das von vornherein wahrscheinlichere wird vielmehr sein, dass die verschiedenen Auffassungen gleichermassen relativ berechtigt sind und ihre Abweichung bedingt ist durch die Verschiedenheit des Standpunktes.

In der That lässt sich nicht verkennen, dass vornehmlich metaphysische Voraussetzungen, nicht weniger aber auch methodologische Erwägungen zu den verschiedensten Standpunkten führten, von denen aus dasselbe Erfahrungsmaterial sich verschieden gruppiert zeigte. Uns kümmert hier wesentlich nur der Gegensatz jener beiden Standpunkte, deren einer psychologisch, der andere psychophysisch genannt werden kann. Die psychologische Untersuchung strebt, da sie kein Interesse daran hat, über blosse Beschreibung hinauszugehen, diese Beschreibung so eingehend wie möglich zu gestalten; sie muss daher in möglichst scharf gesonderten Unterabteilungen die verschiedenen Associationen abgrenzen, *ihre Unterscheidungsmerkmale möglichst hervorheben und die gemeinsamen Eigenschaften zurücktreten lassen.* Die psychophysische Untersuchung wird dagegen, überzeugt, dass jeder Anhalt fehlt, psychologische Einzelverhältnisse bestimmten physiologischen Verbindungen parallel zu setzen, ihr Augenmerk darauf richten, ob nicht gemeinsame Merkmale allgemeineren Charakters vorliegen, die sich eher dem psychophysischen Verständnis anpassen; *sie wird das Trennende zurücktreten lassen, das Einigende hervorheben.*

Vom ersten Standpunkt musste ein Unterschied besonders

auffallen: der zwischen äusserer und innerer Association, d. h. zwischen der Reproduktion einerseits solcher Vorstellungen, die mit der gegenwärtigen schon früher sich berührten, sei es dass sie gleichzeitig, sei es dass sie in unmittelbarer Aufeinanderfolge im Bewusstsein gewesen waren, und andererseits solcher Vorstellungen, die ihrem Inhalt nach mit der gegenwärtigen verwandt sind. Indem unter diesen inneren Beziehungen vornehmlich die der Aehnlichkeit betont wurde, kam man so zu dem Gegensatz der Association durch Berührung und der durch Aehnlichkeit, richtiger, mit Wundt, äussere und innere Association genannt. Der zweite Standpunkt muss ein ganz anderes Resultat ergeben. Von ihm aus lässt sich nicht verkennen, dass jene inneren Associationen sich schliesslich ebenfalls auf äussere Associationen zurückführen lassen, ja dass, so mannigfaltige innere Beziehungen zwischen den ähnlichen Vorstellungen sich ausgebildet haben mögen, sie doch ohne Ausnahme auch durch äussere Berührung zusammengehören, und die Verkoppelung somit im letzten Grunde in beiden Associationsarten dieselbe ist.

Man darf nur natürlich nicht die Bedingungen der äusseren Association willkürlich etwa darauf beschränken, dass die beiden Vorstellungen in derselben Gestalt schon zuvor mit einander verbunden gewesen wären oder gar sich auf Objekte beziehen, die räumlich sich berühren. Dieselbe Association liegt ja auch dann vor, wenn irgend ein Element beiden Vorstellungen gemeinsam ist; ein Element, das jetzt in beliebiger Verbindung ist, ruft eine mit dieser Verbindung nie früher verknüpfte Vorstellung hervor, weil es auch in dieser als Faktor enthalten ist, mit den übrigen Elementen derselben also früher in Verbindung getreten war. Aber das vermittelnde Element kann überhaupt ausserhalb der reproduzierenden Vorstellung liegen und erst associativ mit ihr verschmelzen, es kann etwa eine Bewegungsvorstellung, es kann ein Wortbild, es kann ein Komplex von Sensationen sein, wie er in die Gemütsbewegung eingeht. Zwei Vorstellungen sind sich ähn-

lich, heisst ja doch überhaupt in erster Linie, dass gewisse Elementarteile ihnen gemeinsam sind; eine innere Beziehung ohne Gemeinsamkeit irgendwelcher Elemente oder Begleiterscheinungen gibt es nicht, denn erst die äusseren Beziehungen geben uns den Anhalt, die Fäden innerer Beziehung zu knüpfen.

Nun gibt das mancher zu, glaubt aber, dass die Schwierigkeit nur umgangen sei; dass der ersten und der reproduzierten Vorstellung etwas gemeinsam ist, und dass jenes betreffende Element der reproduzierten Vorstellung die übrigen Elemente derselben gemäss den Erscheinungen der Berührungsassociation hervorruft, das soll richtig sein, nur soll es der Aehnlichkeitsassociation bedürfen, damit eben jenes Element der ersten Vorstellung das ihr gleiche der früher erlebten Vorstellung hervorruft. Offenbar rächt sich hier der unzerstörbare Bilderreichtum der psychologischen Sprache. Jenes Element der einen Vorstellung ruft das ihr gleiche der anderen nicht hervor, sondern es ist psychologisch eines und dasselbe; als Element der früheren Vorstellung kommt es uns nur dadurch zum Bewusstsein, dass wir andere Teile derselben hinzuassociieren. — Ich kann in diesen Punkten vor allem auf die vortreffliche Arbeit von Alfred Lehmann in Kopenhagen „Ueber Wiedererkennen" verweisen; in eingehender Ausführlichkeit, die mir in dem Rahmen dieser Arbeit versagt ist, führt er den Nachweis, wie alle Aehnlichkeitsassociation sich auf Berührung zurückführen lässt und führt seinen Beweis schlagend gerade an denjenigen Beispielen, die Höffding zu gunsten der Aehnlichkeitshypothese verwertet.

Dennoch kann ich Lehmann wie allen übrigen, die jede Association auf Berührung d. h. auf Gleichzeitigkeit und Zeitfolge zurückführen wollen — bekanntlich kommt auch die Anschauung von Hobbes und Hartley darauf hinaus — nicht völlig zustimmen; ich möchte diese Auffassung vielmehr noch weiter beschränken, indem ich die Gleichzeitigkeit allein übrig lasse, alle Berührung durch Succession dagegen der Gleich-

zeitigkeit unterordne [1]). Waren es metaphysische Voraussetzungen, die schon im vorigen Jahrhundert mehrfach, bei Wolff u. a., zu dieser Beschränkung der Association auf Gleichzeitigkeit führten, so ist mir das Bedürfnis psychophysischen Verständnisses ausschlaggebend oder wenigstens Veranlassung, die Erscheinungen unter diesem Gesichtspunkt zu prüfen. Die Psychologen operieren nämlich überall mit der dogmatischen Behauptung, dass die Berührungsassociation psychophysisch verständlich wäre, obgleich das mit Berechtigung lediglich von der Gleichzeitigkeitsassociation gesagt werden kann.

Wenn zwei Empfindungen gleichzeitig im Bewusstsein sind, so bedeutet das physiologisch, dass zwei örtlich getrennte Ganglienkomplexe gleichzeitig im Gehirn sich in Erregung befinden, und es steht völlig im Einklang mit unseren sonstigen nervenphysiologischen und anatomischen Kenntnissen, anzunehmen, dass bei solcher gleichzeitigen Erregung an zwei Stellen der Prozess auf diejenige Leitungsbahn übergeht, welche beide Punkte verbindet. Die Bahn, deren beide Endstationen alteriert sind, dient gewissermassen dem Ausgleich der beiden Erregungen und, gleichviel wie man sich den Molekularvorgang der Nervenarbeit vorstellt, für jegliche Auffassung liegt die Annahme nahe, dass zwei gleichzeitig erregte Gebiete ihre Verbindungswege in Miterregung bringen. Zurückbleibt dann aber mit jener funktionellen Disposition der Ganglien, einem erneuten Erregungsanstoss leichter zu folgen, nunmehr auch eine funktionelle Disposition des Leitungsweges, die Erregung der einen Endstation leichter als alle anderen von derselben ausgehenden Bahnen weiterzutragen zu jener zweiten Endstation, die früher mit ihr gleichzeitig alteriert war; kurz, wenn einer der beiden Ganglienkomplexe funktioniert, so wird der Prozess sich auf jenem Verbindungsweg

[1]) Vgl. Ehrenfels, Ueber Fühlen und Wollen, S. 49 ff. und Wahle, Bemerkungen zur Beschreibung und Einteilung der Ideenassociationen, in Vierteljahrsschr. f. wiss. Phil. IX. S. 404 ff.

fortpflanzen zu dem anderen Gehirngebiet. In diesem Sinne ist die Reproduktion von Eindrücken, die mit der reproduzierenden Vorstellung einmal gleichzeitig im Bewusstsein waren, mit anschaulichen und somit physisch verständlichen Vorgängen parallel zu setzen.

Von den zeitlich succedierenden Vorstellungen gilt das nun keineswegs und die übliche Auffassung, welche stillschweigend den physischen Zusammenhang zeitlich folgender Gehirnprozesse voraussetzt, macht sich einer willkürlichen Uebertragung psychischer Verhältnisse auf physische schuldig. Wenn zwei Vorstellungen sich unmittelbar folgen, so bieten sie sich unserem Bewusstsein als zusammenhängend dar; nichts aber spricht für die Annahme, dass sich auch zwischen den entsprechenden, aufeinander folgenden Gehirnerregungen ein physischer Zusammenhang herstellt. Auf den Blitz folgt der Donner, beide Vorstellungen berühren sich, wenn sie schnell folgen, zeitlich im Bewusstsein; physisch entspricht dem Lichteindruck eine Gehirnerregung, die von der Netzhaut angeregt ist, dem Schalleindruck eine andere Gehirnerregung, die vom Ohr her ausgelöst wird. Wie sollen wir es uns vorstellen, dass die Erregung im akustischen Centrum mit der im optischen sich verbindet, da doch die eine aufgehört hat, sobald die andere anfängt, von einer Wechselwirkung beider Erregungen mittels ihrer Verbindungsbahn also nicht die Rede sein kann. Unsere Aufmerksamkeit wandert gleichsam vom Blitzeindruck zum Donner; vom optischen Centrum zum akustischen wandert aber gar nichts; keine Leitungsbahn wird eingeübt, keine funktionelle Disposition des Verbindungsweges wird erworben und es bleibt unanschaulich und deshalb rätselhaft, wie etwa die erneute Erregung des optischen Centralapparates, der psychisch der Blitzeindruck entsprach, nun auf physischem Weg die Erregung des akustischen Apparates hervorrufen soll, dessen psychische Begleiterscheinung die Vorstellung des Donners ist.

Thatsächlich liegen denn auch die Verhältnisse ganz

anders und gerade die psychischen Erscheinungen verweisen bei genauerer Prüfung auf andere Wege. Wenn zwei ganz verschiedene Reihen succedierender Eindrücke, die eine a, b, c, d..., die andere α, β, γ, δ ... sich so durcheinanderschieben, dass die Reihenfolge in meinem Bewusstsein vielleicht a, α, b, β, c, d, γ, δ ... ist, so wird doch bei späterer Reproduktion a nur b, c, d ... und α nur β, γ, δ ..., dagegen a nicht α, b, β c ... hervorrufen. Der Grund dafür liegt einfach darin, dass bei jeder der beiden Reihen eine Summe konstanter Eindrücke die gleichbleibende Ergänzung abgibt, beispielsweise sämtliche Glieder der ersten Reihe mit einer gleichbleibenden Empfindung des Augenfixierens, sämtliche Glieder der zweiten Reihe mit der konstanten Empfindung des Trommelfellspannens verbunden sind, oder die Glieder der einen Reihe knüpfen sich alle an das Gesichtsbild eines Gegenstandes, die der zweiten Reihe an das Gesichtsbild eines anderen Dinges an. Die Reihen heissen also eigentlich a m, b m, c m ... und α μ, β μ, γ μ ... Wenn nun a m, α μ, b m, β μ ... gegeben ist, so muss bei b m nach dem psychophysisch verständlichen Gesetz der Gleichzeitigkeitsassociationen a, das vorher mit m verbunden war, wieder ins Bewusstsein treten und somit a und b gleichzeitig das Bewusstsein erfüllen; ebenso wird β μ wieder α hervorrufen, dagegen liegt gar kein Anlass vor, bei β μ etwa b m oder a m zu reproduzieren, kurz vermittelst der allen Gliedern einer Reihe gemeinsamen Nebenelemente wird beim Auftreten eines neuen Gliedes das alte ins Bewusstsein zurückgerufen, so dass beide thatsächlich einmal gleichzeitig bewusst sind, ihre spätere Reproduktion also auf Grund dieser Gleichzeitigkeit erklärt werden kann.

Eine überraschende Bestätigung dieser Auffassung brachten mir einige Experimente, die ich als Hilfsversuche für die später darzustellende Untersuchung über den „Umfang des Bewusstseins“ anstellen musste; ich verweise hier im voraus auf die Darstellung an betreffendem Ort. Es ergibt sich aus denselben klar, dass, wenn durch künstliche Versuchs-

bedingungen jedes Glied einer succedierenden Reihe einzeln aufgefasst wird, das frühere also nicht beim Auftreten des späteren reproduziert wird, mithin nicht mit ihm gleichzeitig ist, dass dann mittels der allen Gliedern gemeinsamen Nebenvorstellung wohl jede einzelne Vorstellung der ganzen Reihe reproduziert werden kann, die Reihenfolge derselben dann aber nicht eingehalten wird, alle Glieder vielmehr durcheinander geworfen werden, eines also nicht mehr direkt mit dem anderen verkettet ist.

So erklärt es sich denn auch, dass, während eine eingeübte Reihenfolge von Bewegungen nicht rückwärts reproduziert werden kann, wir dagegen eine Reihe aufeinanderfolgender Eindrücke, Wahrnehmungen, Vorstellungen bekanntlich sehr leicht auch in umgekehrter Anordnung uns vergegenwärtigen. Bei den Bewegungen ist eben keine Gleichzeitigkeit der Eindrücke vorhanden, sondern die Empfindung der ersten ausgeführten oder begonnenen Bewegung wirkt als centripetaler Reiz zur centrifugalen Auslösung der zweiten Bewegung, die Wahrnehmung der zweiten Bewegung löst die dritte aus, die Reihenfolge kann sich hier also nicht verändern. Bei den Vorstellungsreihen wird dagegen beim zweiten Eindruck der erste reproduziert, in diesem Moment sind mithin beide ebenso im Bewusstsein zusammen, als entsprächen sie koexistenten Reizen, welche selbstverständlich der späteren Reproduktion keine feste Reihenfolge aufnötigen, so dass der Blick ebensogut vom zweiten zum ersten Reiz hinüberschweifen kann. Wenn Ausnahmen dem häufig zu widersprechen scheinen, so liegt es daran, dass sich so leicht der Eindruck mit einer Bewegungsinnervation, vor allem mit Bewegungsantrieben des Sprachapparates verbindet und wir bei späterer Reproduktion den Ablauf dieser Bewegungsreihe zur Grundlage unserer sinnlichen Vorstellungserneuerung benutzen, wobei wir dann allerdings wie bei jeder Bewegungsreihe unfähig sind, die Umkehrung vorzunehmen. Gerade solche Fälle, genau analysiert, zeigen aber stets, wie wirklich blosse Vorstellungs-

reihen sich in der Reproduktion leicht umkehren lassen, und beweisen somit in ihrer Art ebenfalls, dass alle Association der Folge durch Gleichzeitigkeitsassociation erklärt werden kann und muss.

Wir stehen nunmehr vor folgender Schlusskette: alle sogenannten inneren Associationen wie Aehnlichkeit, Kontrast u. s. w. lassen sich auf äussere zurückführen, alle äusseren, auch die der zeitlichen Folge, lassen sich auf Koexistenz zurückführen und alle Koexistenzassociationen sind psychophysisch verständlich, d. h. der Ablauf ihrer psychischen und der physischen Vorgänge lässt sich widerspruchslos zusammen vorstellen. Nun besteht der Vorgang der Koexistenzassociation physisch darin, dass die Erregung eines Ganglienkomplexes sich mittels eingeübter Leitungsbahn auf diejenigen Ganglien fortpflanzt, die früher einmal mit ihm gleichzeitig erregt waren, ein Vorgang, neben dem das Auftauchen einer Erinnerungsvorstellung nur als Begleiterscheinung gedacht werden kann, die ihrerseits keinerlei Einfluss auf den physischen Prozess gewinnt. Der physische Vorgang läuft ab, gleichviel ob er diejenige Stärke erreicht, welche nötig, um die psychische Begleiterscheinung der Vorstellungserregung hervorzurufen. Das notwendige Resultat dieser Schlussreihe ist: jegliche Reproduktion durch Association, mag letztere auf inneren oder äusseren Motiven, zeitlicher Folge oder Aehnlichkeit beruhen, ist die Begleiterscheinung eines physischen Prozesses der Erregungsübertragung, der unabhängig von den psychischen Nebenwirkungen physischen Gesetzen folgend abläuft.

Die Konsèquenzen dieser Anschauung sind leicht ersichtlich; sie lassen sich alle auf das einfache Schema zurückführen, dass, wenn die Gehirnerregung A associativ die Gehirnerregung B hervorrufen kann, ohne dass es der psychischen Begleiterscheinung bedarf, dann die Erregung sich zu B hin schon fortpflanzen kann, ehe die der Erregung A entsprechende Vorstellung ins Bewusstsein getreten ist, die

psychische Erfassung der Vorstellung A mithin zu einer Zeit eintritt, wo vielleicht schon B erregt oder ein resultierender Bewegungsanstoss erteilt ist. Es schliesst sich daran die weitere Konsequenz, dass B erregt und die B entsprechende Empfindung ins Bewusstsein gelangen kann, ohne dass die Erregung von A überhaupt den Stärkegrad erreicht, um eine entsprechende Vorstellung auszulösen. Erklärt uns jene erstere Folgerung eine erhebliche Reihe von zeitmessenden Zahlenergebnissen, so vermittelt uns die zweite Folgerung den Grundprozess der sogenannten apperceptiven Vorstellungsverbindung. Tauchen die Vorstellungen, durch welche eine Erinnerungsvorstellung associativ erweckt wird, wirklich selbst alle im Bewusstsein auf, so sprechen wir von associativer Verbindung, bleiben die wesentlichen associativen Zwischenglieder physiologisch so schwach, dass sie von keiner bewussten Erregung begleitet werden, so ist das Vorstellungsresultat aus den im Bewusstsein anwesenden Vorstellungen nicht zu erklären.

Ein prinzipieller Unterschied kann dort nicht gefunden werden, wo in beiden Fällen die Gehirnerregung A zunächst B, B dann C, C nun D und D schliesslich E hervorruft, das eine Mal aber alle Glieder von psychischen Nebenerscheinungen begleitet wurden, das andere Mal B, C und D vielleicht durch eine physiologische Hemmung seitens anderer Gehirnvorgänge so schwach blieben, dass sie im Bewusstsein nicht vertreten waren, auf A also E folgt. Diejenige Psychologie dagegen, welche jene physische Unterlage zurücktreten lässt und das Wesen der Association darin sucht, dass eine Vorstellung eine andere Vorstellung hervorruft, muss selbstverständlich zwischen beiden Fällen prinzipiellen Unterschied machen; die Vorstellungsreihe A B C D E ist associativ erklärlich, die Zuordnung A E ist aber unerklärlich, da E in keiner direkten Beziehung zu A steht. Wäre zwischen A und E auch keine indirekte Beziehung möglich, so würde natürlich gar nicht die Idee entstehen, dass beide zu einander gehören. Da aber durch nachträgliche Ueberlegung ersicht-

lich wird, dass durch Einschaltung von B C D sich wirklich E mit A in Beziehung setzen lässt, E also nicht zufällig aufgetaucht ist, B C D aber nicht im Bewusstsein waren, so muss die Wahl von E eine besondere, aus den Associationen nicht erklärbare Ursache haben, selbst wenn die Vorarbeit der Associationen anerkannt wird. Dieses Rätsel wird zwar dem Verständnis nicht näher gebracht, aber doch wenigstens benannt, wenn man diese Leistung eine apperceptive Verbindung des nach seiner Anlage und Vergangenheit dazu berufenen Bewusstseins nennt und nun eine Grenze zwischen associativer und apperceptiver Vorstellungsverbindung zieht, während sie der psychophysischen Betrachtung somit einander ganz nahe gerückt erscheinen. Eine prinzipielle Trennung ist selbst auch dadurch nicht begründet, dass zu jenen B, C, D häufig der Komplex derjenigen Gehirnerregungen gehört, denen psychisch die Vorstellung vom eigenen Ich entspricht.

Erklärt die Associationstheorie aufs einfachste somit jene Vorgänge apperceptiver Vorstellungsverbindung, welche den Schein vorangegangener Wahl erwecken, weil sie nicht aus den im Bewusstsein anwesenden Vorstellungen als notwendiges Associationsprodukt abgeleitet werden können, so macht sie nicht minder die eigentliche Apperception der Vorstellungen im Wundtschen Sinne verständlich. Will man nicht farblos jegliches Bewusstwerden eines Bewusstseinsinhaltes Apperception nennen, will man wirklich zwischen Perception und Apperception unterscheiden, so lehrt die innere Erfahrung, was nicht zu gunsten metaphysischer Theorien preisgegeben werden sollte, dass Perception und Apperception gleichermassen eine Aneignung des Vorstellungsinhaltes ausdrückt, bei der Apperception aber noch ein Bewusstwerden dieser Aneignung hinzukommt.

Es wird die Vorstellung vom eigenen Ich als Wahrnehmendem, als Vorstellendem associativ hinzuassimiliert, ein Vorstellungskomplex, welcher vornehmlich durch kräftigere Empfindungen im Muskelapparat der Sinnesorgane angeregt

wird. Die Zwischenglieder zwischen dem Eindruck und dieser Muskelspannung, welche meist zu schwach bleiben, um ins Bewusstsein zu treten, bestehen nicht selten aus denjenigen physiologischen Erregungen, deren psychologisches Korrelat wir Gefühl nennen. Zu den physiologischen Wirkungen dieser von den Associationen reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen gehört nun einerseits diejenige Veränderung des Molekularvorganges, der psychisch eine deutlichere Abgrenzung der einzelnen Empfindungen entspricht, d. h. die Vorstellung wird klarer, und anderseits die Innervation weiterer Bewegungen, speziell der Sprachbewegungen, wozu sich associativ die Wortvorstellung gesellt. Diese Ergänzung des Eindrucks durch das Wort und sein Klarerwerden können schliesslich so überwiegen, dass dadurch das associative Zwischenglied, die Vorstellung des eigenen Ich, zurücktritt, d. h. jene Folgevorgänge können so stark werden, dass sie physiologisch jene verursachende Erregung hemmen und schwächen, noch ehe sie den zum Bewusstwerden nötigen Stärkegrad erreichte, so dass auch für sie die vermittelnden Glieder im Bewusstsein fehlen. Aber alles das darf darüber nicht täuschen, dass auch solche Apperception nur ein Komplex von Associationen ist.

Dasselbe gilt von dem mit ihr nahe verwandten Wiedererkennen, von dem Lehmann treffend nachgewiesen, dass es sich auch nur um associative Ergänzung durch ein Wort oder andere begleitende Umstände handelt oder um associative Erneuerung des früheren Eindruckes, mit dem der neue unmittelbar verglichen wird. Nur eines wäre dem hinzuzufügen, dass diese associativen Ergänzungen durchaus nicht immer, wenn wir Bekanntes wieder wahrnehmen, wirklich eintritt, dass wir also für gewöhnlich die uns bekannten Dinge gar nicht wieder erkennen, sondern sie einfach wahrnehmen. Gerade an den unbekannten Eindruck knüpft sich wie an jedes Ungewohnte eine Reihe von Associationen an, bis sich Zwischenglieder finden, durch die das neue dem gewohnten Vorstel-

lungsschatz eingeordnet wird; zum bekannten Eindruck gesellt sich dagegen normalerweise durchaus kein Ergänzungsmaterial, es wird wahrgenommen, aber nicht daran gedacht, dass die Wahrnehmung schon früher einmal stattfand. Auch hier wie bei den meisten psychologischen Erscheinungen besteht noch immer die Neigung, das was nachträgliche Reflexion über den Vorgang ergibt, in den Vorgang selbst hineinzuinterpretieren.

Wertvoller aber noch ist der Beitrag, den die psychophysische Associationstheorie für das Verständnis der Vorstellungshemmung herbeibringt. Die Lehre von der Hemmung der Vorstellungen hat, trotz aller mathematischen Formeln, bisher völlig der Metaphysik angehört und wo die Psychophysik sich derselben näherte, wurde ohne weiteres wieder die vielseitige Apperception vorgeschoben. Die Apperception sollte es zustande bringen, dass, wenn sie eine bestimmte Vorstellung haben wollte, alle anderen associierten Vorstellungen gehemmt, d. h. unterdrückt wurden; wie sie das anfängt, dass ein Teil der sich aufdrängenden Vorstellungen verstärkt, andere bis zur Unmerkbarkeit geschwächt wurden, das blieb völlig im Dunkeln. Die Associationstheorie bringt hier, soviel ich sehe, klares Licht. Sie hält daran fest, dass die Vorstellungen Begleiterscheinungen physiologischer Vorgänge sind und sieht sich daher berechtigt, den ganzen Reichtum physiologischer Erfahrungen auch auf diese Prozesse anzuwenden.

Nun ist in letzter Zeit mehrfach, am überzeugendsten durch Nikolai Lange in seinen „Beiträgen zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der aktiven Apperception" die Aufmerksamkeit auf die Thatsache gelenkt worden, dass jede unserer Vorstellungen ein motorisches Element enthält; Lange sieht in denselben geradezu die „Häkchen, an denen wir nur zu ziehen brauchen, um das Ganze hervorzuheben". In der That lässt sich meiner Ansicht nach nicht bestreiten, dass die Aneignung jeglichen Sinneseindrucks eine reflektorisch ausgelöste motorische Innervation in sich einschliesst und dass

andererseits die Elemente aller unserer Gedanken die Reproduktionen solcher sinnlichen Eindrücke sind, dass mithin im Flusse unseres Geisteslebens keine deutliche Vorstellung auftaucht, die nicht als mitwirkenden Faktor eine motorische Muskelinnervation enthält. Treten nur diejenigen Empfindungen ins Bewusstsein, welche ausser jener Innervation die Vorstellung konstituieren, so wird die Gesamtvorstellung verschwommen, undeutlich, unlokalisiert, unfassbar bleiben.

Jene Muskelinnervation unterliegt nun aber physiologischen Gesetzen, unter denen die der Hemmung ganz bekannt, mannigfach studiert und in zahlreichen Variationen sozusagen an jedem Frosch demonstrierbar sind. Ja, wir wissen aus unserer alltäglichen Erfahrung, dass etwa die Schluckbewegung zur absoluten Hemmung der Innervation unserer Atembewegung führt, dass wir bei zahllosen Bewegungskomplexen es erst durch lange Uebung dahin bringen, die Hemmung zu überwinden, welche ursprünglich eine Bewegung auf die Innervation einer anderen Bewegung ausübt, dass vor allem jeglicher Bewegungsimpuls eine hemmende Wirkung auf die Antagonisten ausübt. Gibt es doch kein wirksameres Mittel, um eine sonst sicher ausgelöste Reflexkontraktion eines Muskels zu hindern, als dass man durch einen noch stärkeren Reiz, respektive durch den „Willen“ reflektorisch den Antagonisten motorisch innerviert. Wenn nun jede Vorstellung ein Bewegungselement enthält, so werden einfach diejenigen Vorstellungen einander hemmen, respektive die schwächere wird durch die stärkere ganz unterdrückt werden, deren entsprechende Innervationen miteinander nicht vereinbar sind oder die mit unvereinbaren Innervationen fest verbunden sind. Ist eine Vorstellung im Bewusstsein, welche durch frühere Koexistenz mit mannigfachen Vorstellungen associiert ist, so wird unter dem Einfluss der die gegenwärtige Vorstellung begleitenden Innervation eine Auslese der möglichen Associationen derart stattfinden, dass alle jener Innervation antagonistischen In-

nervationen von vornherein gehemmt sind, alle mit ihr oft verbundenen Innervationen von vornherein begünstigt sind; die mit jenen verbundenen qualitativen Vorstellungselemente werden also bestenfalls einen verschwommenen undeutlichen Hintergrund bilden, während die mit diesen verbundenen Vorstellungen klar und deutlich ins Bewusstsein treten. Die ersteren nennen wir gehemmt, die letzteren gehoben und es ist klar, dass somit alle die Vorstellungen sich hemmen werden, die wir nicht anschaulich vereinigen können.

Aber wir dürfen noch weiter gehen. Wenn ein Sinneseindruck eine associierte Erinnerungsvorstellung erweckt, welche mit einem Bewegungsimpuls verbunden ist, so bedeutet das physiologisch, dass ein optischer oder akustischer oder taktiler Reiz sich zur Hirnrinde fortpflanzt und dort auf intracerebraler Leitungsbahn andere kortikale Erregungen auslöst, die sich in motorischer Innervation centrifugal geltend machen. Dieser physiologische Vorgang repräsentiert offenbar einen mit Reiz beginnenden, mit Bewegung endenden, durch die Rinde geleiteten Reflexvorgang. Die gesamte physiologische Entwicklung beruht aber nicht am wenigsten darauf, dass Kortikalreflexe in subkortikale Reflexe übergehen, „Willenshandlungen“ zu unwillkürlichen Handlungen werden, und zwar derart, dass zwischen einer Station der kortikopetalen Bahn und einer Station der kortikofugalen Bahn sich eine nähere Verbindung herstellt, so dass der centrifugale Impuls von dem centripetalen Reiz schon ausgelöst wird, ehe dieser zur Rinde gelangt, d. h. ehe er bewusst wird. Da nun gerade solche subkortikale Reflexe durch Reize von der Rinde aus, speziell durch antagonistische Innervation von derselben aus gehemmt werden können, so ist es klar, dass eine im Bewusstsein gegenwärtige Bewegungstendenz alle diejenigen subkortikalen Reflexe verhindern wird, deren Bewegungsimpuls mit ihr nicht vereinbar ist; der Reflex zwischen Eindruck und Bewegungsimpuls der zum Eindruck associierten Vorstellung wird somit von der Rinde her unterdrückt, ehe

noch der centripetale Reiz des Eindrucks zur Rinde gelangt und ins Bewusstsein getreten ist.

Wo diese subkortikale Einübung vollendet ist, da ist diese verkürzte Leitungsbahn natürlich die Vermittlerin zwischen Eindruck und Association; der Eindruck löst reflektorisch die Bewegung aus und diese, mag sie noch so schwach nur angedeutet werden, löst die Bewegungsempfindung aus, mit der die übrigen Elemente der associierten Vorstellung verbunden sind. Wird nun von der Rinde her jener subkortikale Reflex unterdrückt, so ist damit offenbar die gesamte associierte Vorstellung verhindert. Während also, solange der Reflexbogen durch die Rinde ging, die durch unvereinbare Bewegungsinnervation gehemmten Associationen nur unklar, unlokalisierbar und verschwommen schienen, fallen sie, sobald die kürzere Verbindungsbahn eingeübt ist, vollkommen weg. Es entspricht dem die innere Wahrnehmung, dass von einer wirklichen Wahl, bei der wir uns der unpassenden Associationen wenigstens undeutlich bewusst werden, nur auf denjenigen Gebieten die Rede ist, auf denen wir uns noch nicht ganz sicher fühlen; sobald wir ein Gebiet beherrschen, d. h. die Associationsreflexe durch Einübung subkortikal geworden sind, so kommen uns die unpassenden Associationen überhaupt gar nicht ins Bewusstsein, die einzigen auftauchenden Vorstellungen sind die richtigen und jede Schilderung, wie bei beschränkter Association die Apperception unter allen möglichen bewusst gewordenen Associationen Musterung hält und die der Beschränkung nicht entsprechenden aus dem Bewusstsein nachträglich herausdrängt, widerspricht jeder inneren Erfahrung.

Was die psychophysische Associationstheorie zur Lösung weiterer prinzipieller Fragen, wie der nach Unterscheidung und Vergleichung, nach Umfang und Einheit des Bewusstseins und anderer, beiträgt, wird uns in späteren Arbeiten noch mehrfach zu beschäftigen haben; hier erübrigt nur noch eines, die

Frage nach dem willkürlichen Gedankenverlauf wie er in Urteils- und Schlussbildung uns gegeben ist.

Nun ist alles Schliessen selbstverständlich nur ein Urteilen auf Grund bestimmter Prämissen, und andererseits haben wir bei Betrachtung der geschilderten Versuche uns davon überzeugt, dass alle jene willkürlichen Vorstellungsbewegungen, wie sie bei den Reaktionsversuchen mit beschränkter oder bestimmter Association vorliegen, thatsächlich ebenfalls Urteile zum Ausdruck bringen; jede willkürliche Vorstellungsreproduktion schliesst also ein Urteil in sich. Dass sich alle Associationen auf die psychophysisch verständliche Association koexistenter Eindrücke zurückführen lassen, haben wir erörtert; wenn nun alle willkürliche Vorstellungsreproduktion im Urteilen besteht, so würde der Nachweis, dass alle Urteile aus Associationen erklärbar sind, zu der Folgerung nötigen, dass alle willkürliche Vorstellungserneuerung, wie sie im Denken und Nachdenken vorliegt, aus Associationen der früher koexistenten Vorstellungselemente sich zusammensetzt, mithin keines neuen komplizierten Erklärungsmittels bedarf und am allerwenigsten auf eine mystische Apperceptionsfunktion des Bewusstseins hinweist, in der ja doch nur die Schwierigkeiten kondensiert, nicht aufgelöst sind und in der alle die geistigen Leistungen schon vorausgesetzt sind, die eben erklärt werden sollen. Wir müssen also fragen: lassen sich die logischen Urteile auf Association zurückführen?

VII.

Das logische Denken, dessen Operationen sich ausnahmslos auf das Urteil stützen, ist — darin stimme ich mit Wundts Logik überein — charakterisiert zunächst durch die Evidenz seiner Ergebnisse und die Spontaneität des Vorgangs. Die subjektive Allgemeingültigkeit, soweit sie dem Denken zukommt, ist zweifellos nur eine Folge der Evidenz. Ist die Spontaneität des Denkvorganges und die Evidenz des Denk-

resultates nun aber wirklich ein Merkmalkomplex, der aus den associativen Vorstellungsverbindungen nicht erklärt werden kann?

Bleiben wir zunächst bei der Evidenz stehen. Dieselbe kann unmittelbar oder mittelbar sein; nur die erstere bietet materiale Wahrheit, die letztere zunächst nur formale. Da aber alle formale Wahrheit sich in materiale verwandelt, sobald die materiale Wahrheit der Voraussetzungen unmittelbar evident ist, andererseits die formalen Prozesse selbst unmittelbare Evidenz besitzen, so lässt sich nicht leugnen, dass die Gewissheit aller logischen Ergebnisse lediglich auf unmittelbarer Evidenz beruht. Es fragt sich, worin diese unmittelbare Evidenz besteht.

Die in dem Urteil gedachte Gesamtvorstellung ist uns evident, wenn sie von dem Bewusstsein der Wirklichkeit begleitet ist. In diesem Wirklichkeitsbewusstsein, das auch Lipps hervorhebt, darf nur nicht mehr gesucht werden als in ihm enthalten ist. Mit der absoluten Wirklichkeit hat es natürlich nichts zu thun, sondern nur mit jenem Gefüge unserer Vorstellungen, das wir Wirklichkeit nennen; die Zugehörigkeit zu dieser Vorstellungswelt kann aber keine andere Bedeutung haben, als dass jene Gesamtvorstellung des Urteils sich in die Welt der uns gegenwärtigen oder reproduzierbaren Vorstellungen einordnen lässt. Wenn ich die Vorstellung eines Lichtpunktes wahrnehme, so habe ich vielleicht zunächst die in dem Urteil „der Lichteindruck ist die Wirkung eines ausserhalb meines Körpers befindlichen leuchtenden Gegenstandes“ ausgedrückte Gesamtvorstellung; wenn sich dieselbe allen meinen sonstigen Vorstellungen, die meine Welt ausmachen, ohne Hemmung einordnen lässt, so begleite ich sie mit dem Bewusstsein der Wirklichkeit. Habe ich aber gleichzeitig die Vorstellung, dass meine Augen geschlossen sind oder dass ich alle leuchtenden Körper aus meiner Umgebung entfernt habe, so kann ich die Gesamtvorstellung des Urteils mit der Wirklichkeit, d. h. meinen sonstigen Vor-

stellungen nicht vereinigen. Wäre mir keine andere Gesamtvorstellung, in welche meine Lichtempfindung eingehen könnte, disponibel, so müsste ich jene anderen Vorstellungen, die Beseitigung der leuchtenden Körper u. s. w. so lange ergänzen, bis sie mit der neuen Vorstellung vereinbar, z. B. durch die Annahme, dass die beseitigten Leuchtkörper durch andere Faktoren wiedergekehrt sind. Thatsächlich bleibt mir aber eine andere Gesamtvorstellung disponibel, nämlich das Urteil „der Lichteindruck ist ein Erinnerungsbild eines früher wahrgenommenen leuchtenden Gegenstandes". Diese Vorstellung ist vereinbar mit allen mir gegenwärtigen Vorstellungen, sowohl mit der, dass die Augen geschlossen sind, als auch mit der, dass die leuchtenden Körper entfernt sind; ich begleite sie daher mit dem Bewusstsein der Wirklichkeit, sie ist mir unmittelbar evident, ja sie erscheint mir als notwendig, weil eben die einzige mir sonst noch disponible Verbindung, dass der Lichteindruck von aussen herkomme, mit der nicht umstossbaren Vorstellung des Augenschlusses samt den erlernten Vorstellungen über Optik u. s. w. unvereinbar wäre. Die Vorstellungen, dass meine Augen geschlossen und dass sie geöffnet sind, kann ich nicht gleichzeitig erfassen, weil ich die entsprechenden Bewegungen der Augenlider nicht gleichzeitig innervieren kann.

Das Ergebnis unseres logischen Denkens ist also dadurch charakterisiert, dass es sich in unser geordnetes Vorstellungsgefüge einreihen lässt; Allgemeingültigkeit kann ich dem Ergebnis meines Nachdenkens mithin nur dann zuschreiben, wenn ich voraussetze, dass der Grundstock meiner Vorstellungen derselbe ist wie der aller anderen Menschen. Unsere Phantasiethätigkeit, das freie Spiel der Associationen lässt die verschiedenartigsten Vorstellungsverbindungen in uns auftauchen; dieselben können unser Bewusstsein lebhaft erregen, aber sie verbinden sich nicht mit dem Bewusstsein der Wirklichkeit, weil sie nicht eingereiht sind in die herrschenden Vorstellungen und nur so lange wirksam bleiben, bis diese,

mit denen sie unvereinbar sind, hervorgerufen werden. Die Association trägt uns also fortwährend Vorstellungsverbindungen herbei, die in unser herrschendes Weltbild, in das Gefüge unserer Vorstellungen nicht eingeordnet werden können, d. h. nicht wirklich, nicht wahr sind; wie soll es dann möglich sein, auch die Hervorbringung derjenigen Gesamtvorstellungen, die sich einordnen lassen, ja die eingeordnet werden müssen, weil jede Abweichung zu Hemmungen führt, nun ebenfalls aus Associationen zu erklären?

Die übliche Antwort lautet: es ist unmöglich. Ich glaube, dass viel näher liegend die andere Frage wäre: wie ist es möglich, dass die Associationen uns Gesamtvorstellungen liefern, die sich in unsere Vorstellungswelt nicht einordnen lassen? In der That, dieses und nicht jenes bedarf der Erklärung. Vergegenwärtigen wir uns doch, dass unsere Vorstellungswelt sich nur aus eben jenen Wahrnehmungsverbindungen zusammensetzt, die in den Associationen uns erneuert werden. Wir prüfen ja eine neu auftauchende Vorstellung auf ihre Wirklichkeit oder Unwirklichkeit nur dadurch, dass wir versuchen, ob sie mit den aus der Erfahrung gewonnenen Vorstellungsverbindungen vereinbart werden kann; ist die neu auftauchende Vorstellung aber ein Reproduktionsergebnis einer Association, so ist ja damit schon gesagt, dass ihre Verbindung mit der die Association hervorrufenden Vorstellung nur eine Wiederholung einer früher erfahrenen Verbindung ist, also selbst ein Teil jener Erfahrung, jener Welt ist, in der sie eingeordnet werden soll. Der associierte Empfindungskomplex ist also ein Bruchteil der für uns wirklichen Welt; wie soll es dann möglich sein, dass er sich dennoch nicht in dieselbe einordnen lässt? Der logische Schluss wäre doch viel eher: jegliche Associationsreproduktion muss, da sie nur die Erneuerung eines Teiles der inneren oder äusseren Erfahrung ist, mit dieser Erfahrungswelt in vollständiger Uebereinstimmung stehen, mit ihr durchaus vereinbar, d. h. wirklich und logisch wahr sein. Eine Täuschung,

ein Irrtum, eine nicht einreihbare, unwirkliche Gesamtvorstellung könnte somit wohl dadurch entstehen, dass ohne Zusammenhang mit den vorhandenen Gehirnerregungen an beliebiger Stelle eine centrale automatische Reizung vielleicht durch den Blutstrom eintritt; wo aber die Reizung associativ, also von einem anderen Gehirnteil auf eingeübter Leitungsbahn erregt wird, da muss der physiologische Prozess derart sein, dass er von keiner gleichzeitigen Gehirnerregung gehemmt wird, d. h. der dieses Reizungsergebnis begleitende psychische Vorgang muss sich allen uns gleichzeitig disponiblen Vorstellungen, mithin der wirklichen Welt einordnen lassen.

Wenn dem bekanntermassen nicht so ist, so liegt das also offenbar nicht etwa daran, dass die associativen Vorgänge unfähig sind, wirklichkeitsgemässe, wahre Ergebnisse hervorzurufen. Da im Gegenteil gerade solche Ergebnisse, wie wir sahen, aus allen getreu reproduzierenden Associationen hervorgehen müssen, so kann die Schuld nur daran liegen, dass unsere Associationen nicht getreue, nicht vollständige, nicht erfahrungsgemässe Reproduktionen sind. War die Summe der koexistenten Vorstellungen in einer früheren Erfahrung: a b c, derart dass a mit b c verbunden war und der Gesamtgehalt einer anderen Erfahrung c d, so verbinden wir ohne weiteres a mit d zu einer Gesamtvorstellung, obgleich a niemals mit c allein, sondern nur mit b c, und d niemals mit b c, sondern nur mit c allein uns gegeben war.

So verlockend es wäre, aus den unzähligen Variationen dieses Verfahrens Einzelfälle herauszugreifen und durch Beispiele zu verdeutlichen, so erlaubt uns der Rahmen der psychologischen Studie doch nicht, hier in die Einzelheiten solcher logischen Untersuchung einzutreten. Der Hinweis darauf, dass dieser Vorgang lückenhafter und deshalb ungetreuer Reproduktion bei der grossen Zahl uns koexistent gegebener Vorstellungen eine unendliche Mannigfaltigkeit zulässt, muss uns genügen zum Verständnis der Thatsache, dass auch diese

sogenannten associativen, thatsächlich pseudoassociativen Ergebnisse sich in so sehr verschiedenem Grade von der Wirklichkeit entfernen; bald zu einem Analogieschluss von unzureichender Wahrscheinlichkeit, bald zu einem Phantasiegebilde, das der Wirklichkeit Hohn spricht, bald zu einer Wortzusammenstellung, die nicht nur nicht mit dem ganzen Wirklichkeitskomplex, sondern nicht einmal mit den nächstliegenden Vorstellungen vereinbart werden kann, also sinnlos ist. Weit entfernt, dass die Associationen unzureichend wären, um logische Wahrheit zu erzeugen, sind sie somit vielmehr die einzigen Hilfsmittel; alles Unlogische stammt aus der Unvollständigkeit der Associationen. Dass solche unvollkommenen Associationen sich einstellen, ist psychophysisch sehr wohl begreiflich; da die verschiedenen koexistenten Elemente ungleich stark oder der Zusammenhang der einen häufiger eingeübt wird als der der anderen, so ist es verständlich, dass die funktionelle Disposition des nervösen Centralapparates nicht ausreicht, um bei einer Erregung wirklich alle übrigen, früher einmal koexistenten Molekularveränderungen aufs neue auszulösen. Ja, es ist leicht ersichtlich, dass nicht nur unser Nervensystem für diese Aufgabe nicht hinlänglich organisiert ist, sondern dass diese ungeheure, alle unsere Leistungen unendlich überragende Fähigkeit des Gehirns die Selbsterhaltung des Individuums mehr schädigen als fördern würde, also biologisch sich nicht zu entwickeln vermag.

Die einzige Associationsform, welche unbedingt nur logisch wahre Ergebnisse liefern würde, die vollständige Association aller früher koexistenten Vorstellungen ist also in dieser idealen Form praktisch nicht vorhanden. Es fragt sich: welche beschränkteren Associationen werden mit demselben Erfolg, logisch Richtiges, Wahres, Wirkliches zu liefern, an ihre Stelle treten können? Annäherungswerte müssen natürlich vor allem von demjenigen Gehirn geleistet werden, das sich durch leichte Erregungsreproduktion auszeichnet; es ist bekannt, dass in

der That ein hervorragend gutes Gedächtnis häufig das logische Nachdenken ersetzen kann. Wie durch die mannigfachsten Verschiedenheiten der Gehirne nun auch sonst noch solche Gehirnerregungen entstehen, welche durch keine anderen unterdrückt und somit von richtigen Gesamtvorstellungen begleitet werden, etwa durch Talent, künstlerischen Takt, geniale Erfassung, d. h. durch associative Erregungsketten, bei denen die meisten physiologischen Zwischenglieder zu schwach bleiben oder zu rasch folgen, um von Bewusstseinszuständen begleitet zu werden, das alles kann hier nicht einmal angedeutet werden. Nur eine Associationsform verdient hier unsere Aufmerksamkeit, weil sie ganz besonders geeignet sein wird, das Ergebnis der vollständigen Associationen auch mit einfacherem Hilfsmittel zu erreichen.

Der Grundfehler aller, zu unrichtigen Vorstellungsverbindungen führenden Associationsprozesse musste, wie wir sahen, in ihrer Unvollständigkeit stecken. Eine Vorstellung war mit einer zweiten, die zweite mit einer dritten associiert und wir verbinden nun die erste mit der dritten; die erste war aber, als sie mit der zweiten koexistierte, auch mit so und so vielen anderen verbunden; unter diesen anderen befand sich eine, die mit jener dritten absolut unvereinbar ist, die dritte hätte also nie mit der ersten verbunden werden können, wenn zur ersten nicht nur die zweite, sondern auch alle übrigen zugehörigen Faktoren reproduziert worden wären. Solange also von einem Vorstellungsinhalt zum anderen durch associative Zwischenglieder fortgeschritten wird und alles das wieder verbunden wird, was irgend ein Vorstellungselement gemeinsam hat ohne die hemmende Kontrolle der vollständigen Association, so lange wird es lediglich Zufall sein, ob nicht schliesslich Vorstellungen sich zusammenfinden, die in unserem Erkenntnisgefüge niemals zusammen eingeordnet werden können, deren Verbindung also logisch unmöglich ist.

Ganz anders wird es sein, wenn nicht von einem Inhalt zum anderen weitergeschritten, sondern eine Vorstellung

festgehalten wird und nun lediglich verschiedene Associationen reproduziert werden, welche alle mit dieser einen Vorstellung zusammengehören. Vorausgesetzt, dass die Associationen richtig reproduziert werden, ist hier offenbar jede Möglichkeit ausgeschlossen, zu einer unwirklichen Gesamtvorstellung zu gelangen. Wenn wirklich nur ein Inhalt im Bewusstsein bleibt und die um diesen Inhalt sich gruppierende Gesamtvorstellung lediglich darin besteht, dass dieser Inhalt erst mit dieser, dann mit jener Vorstellung associiert wird und doch in beiden Fällen als derselbe festgehalten wird, so muss hier in der That ein mit der Wirklichkeit genau so übereinstimmendes Ergebnis erzielt werden, als wenn vollständige Associationen vorlägen. A war mit B verbunden und A war mit M verbunden; die Association, B und M zu verbinden, wäre vielleicht nicht einzureihen in die geordnete Weltvorstellung, denn möglicherweise sind sich hemmende Begleitvorstellungen von A B oder A M durch die unvollständige Association nicht reproduziert, dagegen die Gesamtvorstellung, dass dasselbe A, welches mit B verbunden ist, auch mit M verbunden ist, kann sich unmöglich von der Wirklichkeit entfernen. Die associativen Vorstellungsbewegungen, die sich im Geleise dieses einfachen Schemas halten, werden naturgemäss nicht so schnell zu wechselndem Inhalt führen als jene, bei denen jegliche Berührung gemeinsamer Vorstellung schon ausreicht, um neue Verbindungen hervorzurufen, aber jene werden dafür nur zu wirklichen, logisch möglichen Verbindungen führen, diese nicht. In der That beruht nun auf dieser lockeren Verbindung das, was man Spiel der freien Association nennt, auf jener einförmig beschränkten Verbindung aber das logische Denken, denn jenes Schema ist nicht mehr und nicht weniger als das des Urteils.

Jegliches Urteil ist eine Gleichung, und alles, was Riehl im Philosophischen Kritizismus zur Stütze dieser Auffassung vorbringt, scheint mir ebenso unzweifelhaft und beweisend,

wie seine Ausführung über die methodologische Fruchtbarkeit dieses Identitätsverhältnisses. In jedem Urteil, meine ich, halten wir einen Vorstellungsinhalt fest und sagen aus, dass er trotz zwei verschiedener associativer Verbindungen derselbe sei. Ich halte es nicht für berechtigt, die Urteile so aufzufassen, als sei die Beziehung der verbundenen Vorstellungen eine verschiedene und als könnten sie nur durch künstliche Umwandlung zu Gleichungen gemacht werden. Der gedankliche Gleichungscharakter ist ja freilich durch den sprachlichen Ausdruck oft maskiert, aber trotzdem noch zu erkennen.

Wir dürfen nur nicht vergessen, dass die sprachliche Bezeichnung selbst schon eine Association ist, mithin das sprachliche Subjekt des Urteils in seiner Bezeichnung nicht das Subjekt selbst, sondern eine Beziehung desselben, die Beziehung zum sprachlichen Ausdruck feststellt. A ist gleich B, heisst also: das Vorstellungsobjekt, welches ich vermöge disponibler Association mit dem Sprachbild A verbinde, ist dasselbe wie dasjenige, welches ich auf Grund einer anderen Association mit B verbinde. Ebenso heisst nun: A ist B übergeordnet, lediglich wieder: der Vorstellungsinhalt, den ich mit A verbinden kann, ist derselbe, welcher vermöge einer anderen Association mir als übergeordnet zu B gegeben ist. Stets wird in beiden Seiten der Gleichung derselbe Vorstellungsinhalt auf zwei verschiedene Weisen ausgedrückt, d. h. durch die aus zwei verschiedenen Associationen resultierenden Beziehungen bezeichnet. Die psychologische Vorbedingung zu diesem Bewusstwerden, dass derselbe Inhalt in zwei verschiedenen Beziehungen uns gegeben ist, wird natürlich meist der sein, dass in einer Gesamtvorstellung ein Inhalt in zweierlei Beziehung uns vorliegt. Bildet sich diese Gesamtvorstellung, aus der sich das Urteil herauslöst, erst durch die Zusammenfügung mehrerer anderer Urteile, so nennen wir es einen Schluss. Aber auch hier wird nicht etwa die Gesamtvorstellung einfach zerlegt, sondern jedes Element

der Gesamtvorstellung, das in zwei verschiedenen associativen Beziehungen steht, kann zum Inhalt des Urteils werden, indem es in beiderlei Beziehungen als das nämliche festgehalten wird.

Wir können somit sagen: die Unterscheidung zwischen Vorstellungsbewegung mit logisch wertlosem Ergebnis und solcher mit logischem Resultat deckt sich in keiner Weise mit der Unterscheidung von associativen Vorgängen und solchen Vorgängen, die sich aus Associationen allein nicht erklären lassen. Im Gegenteil, jedes logische Ergebnis kann nur aus Associationen entstehen und jede vollständige Association muss zu logischem Ergebnis führen. Da aber vollständige Associationen zu liefern, durch die der Selbsterhaltung nützliche Beschränkung unserer Gehirnorganisation im allgemeinen ausgeschlossen ist, so kann jene Unterscheidung nur dahin gehen, diejenigen unvollständigen Associationsarten, welche logische Ergebnisse zu liefern nicht im stande sind, grundsätzlich zu trennen von denjenigen unvollständigen Associationen, welche in ihrem Resultat dem Ergebnis vollständiger Associationen gleichkommen, d. h. Gesamtvorstellungen liefern, die sich in das Gefüge der in der Erfahrung angesammelten Vorstellungen einordnen lassen und somit den Charakter der Wirklichkeit, der logischen Wahrheit besitzen. Zu den ersteren gehören diejenigen, bei welchen von einem Vorstellungsinhalt zum anderen fortgeschritten wird, zu letzteren diejenigen, bei welchen der Inhalt festgehalten wird, nur verschiedene Associationen zu demselben Inhalt reproduziert werden. Ueberall, wo die Vorstellungen sich in dieser letzteren Art fortbewegen, da sprechen wir von einem, logische Ergebnisse hervorbringenden, Denken. Eben daher kommt die unüberwindliche Neigung der Metaphysiker, auch die Fälle unvollständiger Association, bei denen immer neue Vorstellungsinhalte sich aneinanderreihen, bei denen aber dadurch, dass die Association sich einer vollständigen auf einzelnen Gebieten annäherte, dennoch ebenso einreihbare Vorstellungen erhalten werden wie

bei den Fällen mit gleichbleibendem Inhalt, auf ein „unbewusstes“ logisches Denken zurückzuführen.

So zutreffend nun auch objektiv das logische Denken von sonstiger Vorstellungsfolge durch die Wahrheit seiner Ergebnisse geschieden wird, so zweifellos liegt für die psychologische Unterscheidung das charakteristische Merkmal nicht in der logischen Bedeutung des Resultates, sondern in dem Gefühl der Spontaneität. Die Logik, welche dem objektiven Merkmal die Hauptbedeutung zuschreiben muss, rechnet daher so manches zum willkürlichen Denken, das dem naiven Bewusstsein, weil eben das Gefühl der Spontaneität fehlt, durchaus nicht als willkürliche Leistung gilt. Die innere Wahrnehmung wendet nur deshalb nichts gegen diesen Machtspruch der Logik ein, weil sich schliesslich jede Vorstellungsfolge mit logischem Resultat nachträglich zu einer Reihe willkürlicher Denkakte ergänzen lässt und das Ergebnis somit allenfalls als Produkt eines unbewussten Denkens gedeutet werden kann, das sich seinerseits wieder nicht ohne Spontaneität vorstellen lässt.

Auf der anderen Seite ist nun aber nicht zu verkennen, dass wir auf Grund lebhaften Spontaneitätsbewusstseins von willkürlichem Nachdenken auch da sprechen, wo die Logik mit dem Ergebnis nicht befriedigt sein kann. Wenn uns keine Associationen gegenwärtig sind, oder wenn die Associationen ungetreu oder falsch reproduziert werden, so wird die Gesamtvorstellung sich nicht in die Wirklichkeit einordnen lassen, das Nachdenken hat dann kein Ergebnis gehabt oder ein mangelhaftes, aber dass wir nachgedacht, dass wir einen willkürlichen Denkakt vollzogen, das lassen wir uns trotzdem nicht nehmen. Das Bewusstsein der inneren Wirksamkeit, der eigenen Thätigkeit, der Spontaneität bleibt eben das stärkste und ausschlaggebende Merkmal und die Frage liegt nahe, ob nicht nun hierin ein Faktor gegeben ist, der nicht auf Associationen zurückgeführt werden kann. Das evidente Ergebnis des Nachdenkens sahen wir in bester Uebereinstimmung mit der Associationstheorie; sollte nicht aber dieses Bewusst-

werden des inneren Willens derselben widersprechen und überzeugend beweisen, dass unser Nachdenken eben vermöge dieses Willenseingriffs erhaben über dem psychophysisch bedingten Spiel der Associationen steht?

Auch hier führt die empirische Analyse zu einfachen Verhältnissen. Den Gang der Analyse im einzelnen darzustellen, verbietet freilich der episodische Charakter dieser ganzen Betrachtung; ihr Ergebnis lässt sich aber leicht an jedem Einzelfalle bestätigen. Der innere Wille, dessen wir uns beim willkürlichen Denken bewusst werden, besteht erstens aus Innervationsempfindungen und zweitens aus einer bestimmten Anordnung der Vorstellungen; wir müssen beide Faktoren gesondert mit Rücksicht darauf betrachten, ob sie einen höheren Eingriff in das Geschehen der Perception und associativen Reproduktion der Perceptionen verwirklichen oder ob auch sie von den bisherigen Gesichtspunkten sich verstehen lassen.

Nun habe ich bezüglich der Innervationsempfindung im zweiten Abschnitt meiner „Willenshandlung“ den eingehenden Beweis geführt, dass es sich bei ihr nicht um die Wahrnehmung des motorischen Impulses handelt, sondern dass sie die Erinnerungsreproduktion der peripher angeregten, aus Muskel-, Gelenk- und Hautempfindungen sich zusammensetzenden Bewegungsvorstellung ist. Wenn die Bewegung eines Gliedes an unserem Körper abläuft, sei es durch Cerebralreflex, sei es durch direkte äussere Einwirkung, so löst der Bewegungsvollzug in uns eine Reihe von Bewegungsempfindungen an; ist die Bewegung mehrfach vollzogen, so bleibt eine Erinnerungsvorstellung zurück und eben diese nennen wir Innervationsempfindung. Dort führte ich den Nachweis, dass wir für eine Bewegung, die wir noch nie vollzogen, auch keine Innervationsempfindung besitzen, dass wir dagegen Innervationsempfindung sowohl von solchen Bewegungskombinationen haben, die mehrmals an uns passiv vollzogen sind, die wir aber ohne passive Hilfe nicht hervorzubringen ver-

mögen, als auch von absoluten Bewegungen des ganzen Körpers, die wir aktiv überhaupt nicht innervieren können. Eine ganze Reihe ähnlicher Argumente, die der Exaktheit eines Experimentes sich nähern, unterstützt sich in dem Nachweis, dass die Innervationsempfindung nicht der centralen Innervation, sondern der Erinnerung an die vollzogene Bewegung entspricht.

Dass diese nun aber der Bewegungsausführung gewöhnlich direkt vorausgehen muss und dadurch die Auffassung veranlasst, als wäre sie die Ursache der Bewegung, das ist leicht ersichtlich, wofern man nur nicht, wie es meist geschieht, an die Stelle der menschlichen Seele und ihres körperlichen Substrates ein schematisches Lehrbuch über Physiologie und Psychologie setzt. Letzteres verlangt ja allerdings aus methodologischen Gründen eine getrennte Darstellung der verschiedenen körperlich-seelischen Aeusserungen; das wirkliche Geschehen aber ist in keine Kapitel zerhackt. Normalerweise ist zufolge ererbter Anlage jeder sensorische Reizkomplex Ursache eines motorischen Impulses, die Empfindung ist gleichzeitig der Bewegungsanstoss. Der Organismus bringt es also mit sich, dass bestimmten Reizen gewisse Bewegungen folgen; nun löst die ausgeführte Bewegung die Bewegungsempfindung an, in das Bewusstsein tritt mithin erst die Reizwahrnehmung und dann die Empfindung des Bewegungsvollzuges. Die Associationstheorie muss annehmen, dass sich zwischen beiden eine associative Verbindung herstellt, dass also die Reizwahrnehmung schon unmittelbar die Bewegungsempfindung reproduzieren wird, noch ehe die Bewegung vollzogen; andererseits wirkt nach wie vor die Reizwahrnehmung bewegungsauslösend, die Wahrnehmung der Bewegung wird somit der Erinnerungsvorstellung dieser Bewegung folgen, mit anderen Worten: der Bewegungswahrnehmung wird die Innervationsempfindung vorausgehen. Nun sind jene aus den sensiblen Muskel-, Haut- und Gelenknerven stammenden Reizwahrnehmungen sowie ihre Erinnerungsbilder allen sonstigen Vorstellungselementen koordiniert und ihr Auf-

treten vor der Bewegung gerade aus der Vorstellungsassociation verständlich. Das unserem Nachdenken den Charakter der Spontaneität verleihende Innervationsgefühl ist mithin lediglich einer jener Empfindungskomplexe, die der associative Verlauf der Vorstellungen herbeibringt; über diesen associativen Verlauf erhebt es sich in keiner Weise.

Dennoch sei eine Bemerkung noch gestattet. Jene das aufmerksame Denken begleitende Innervationsempfindung ist ja sehr leicht verständlich, wo es sich um solche Spannungsempfindungen in den Sinnesorganen, im Sprachapparat u. s. w. handelt; hier ist die reflektorische Entstehung der Bewegung auf den Reiz hin und somit die associative Zuordnung der Innervationsempfindung zu der Reizwahrnehmung ohne weiteres klar. Dagegen wird unser spontanes Denken noch konstanter als von denjenigen Spannungen, welche direkt den Sinnesreizen, Sprachlauten u. s. w. korrespondieren, von Spannungen der Kopfmuskulatur begleitet, deren Innervation zwecklos erscheint und somit aus angeborener Reflexorganisation, die ja stets das zweckvolle Ergebnis phylogenetischer Differenzierung ist, nicht begriffen werden kann. Jene Kopfspannungsempfindungen spielen in der That in den üblichen Darstellungen eine so mystische Rolle, dass wir nicht versäumen dürfen, sie näher zu betrachten. Der Fehler, der die gewöhnliche Auffassung derselben beeinflusst, wirkt bei der gesamten Innervationslehre mit.

Ueberall nämlich wird von der Voraussetzung ausgegangen, dass die Innervationsempfindung sich nur auf die Kontraktion desjenigen Muskels bezieht, dessen isolierte Verkürzung den gewünschten motorischen Effekt hat. Solche Vorstellung ist für die Erlernung der einzelnen Muskelfunktionen recht instruktiv, in der Wirklichkeit kommt solche isolierte Verkürzung aber nicht vor, jede Bewegung ist vielmehr die Resultierende aus dem Zusammenwirken zahlreicher, zum Teil antagonistischer Muskeln. Denken wir uns schematisch einen Knochenhebel nur mit zwei Antagonisten versehen,

einem Beuger und einem Strecker, so wird eine bestimmte Beugung sich theoretisch am einfachsten so vorstellen lassen, dass der Strecker unbeteiligt bleibt und nur der Beuger einen ganz bestimmten Grad der Verkürzung annimmt; thatsächlich kann genau dieselbe Beugung aber mit jeder stärkeren Spannung des Beugers ebenfalls erzielt werden, wenn nur gleichzeitig auch der Strecker entsprechend gegenwirkt. Nicht die Kontraktion des Beugers, sondern die Differenz zwischen den Spannungen des Beugers und Streckers gibt das Mass der Beugung. Es kann somit bei gleichbleibendem motorischem Effekt die Kontraktion in weiten Grenzen variiert werden, die Innervationsempfindung kann also bis zu einem Maximum wachsen, während der motorische Effekt ein Minimum ist.

Ist diese Kontraktionsveränderung deshalb wirkungslos? Keineswegs; sie hat die wertvolle Bedeutung, dass je stärker die beiderseitige Kontraktion ist, desto grösser der Reizzuwachs sein muss, der eine Veränderung des motorischen Effektes hervorruft. War in unserem schematischen Beispiel nur der Beuger kontrahiert, so bedurfte es nur des geringsten Anstosses, um die Beugung zu vergrössern, der erschlaffte Strecker bot keinen Widerstand; wäre dagegen dieselbe Beugung durch Maximalkontraktion des Beugers mit entsprechend starker Kontraktion des Streckers erfolgt, so wäre eben derselbe Anstoss völlig einflusslos geblieben, weil der Zuwachs zu klein wäre, um die Kraft des kontrahierten Streckers zu überwinden. Je energischer wir eine zufällige Abweichung von dem beabsichtigten Bewegungseffekt vermeiden wollen, desto stärker muss, bei gleichbleibender Differenz, die Spannung der Antagonisten werden. So spannen wir die Handmuskeln maximal, wenn wir etwas sehr fein und exakt zeichnen wollen; die abnorm starke Spannung antagonistischer Augenmuskeln ist das sogenannte Fixieren, durch welches jede Ablenkung vermieden wird. Gerade dieses erinnert aber daran, dass die

Differenz der antagonistischen Muskeln auch eventuell gleich Null sein kann, wie beim Fixieren in primärer Blickstellung. Es wird dann also Ruhelage resultieren, aber während diese Ruhelage beim Unterbleiben jeder motorischen Innervation durch den geringsten Anstoss verlassen wird, wird sie, sobald die Antagonisten kräftig innerviert sind, aktiv festgehalten und gegen jeden Anstoss verteidigt, eine Wirkung, die offenbar nicht minder bedeutsam ist, als ein besonderer Bewegungseffekt.

Erst aus dieser Betrachtung verstehen wir also einerseits, dass bei unveränderter Bewegungsintention die Innervationsempfindung sehr verschieden stark sein kann und andererseits, dass sogar sehr lebhafte Innervationsempfindungen durchaus nicht immer die Erinnerung vollzogener Bewegungen sind, insofern auch die Festhaltung der Ruhelage unter Ausschluss jeder Bewegung intensive Muskelspannung erheischt. Dieser Art nun sind jene Innervationsempfindungen, die wir in die Peripherie des Kopfes lokalisieren; die ihnen ursprünglich zu Grunde liegenden wirklichen Muskelspannungen bewegen den Kopf nicht, sondern sie halten ihn fest, sie machen ihn widerstandsfähig gegen schwache Bewegungsreize. Dass eine solche Kontraktion reflektorisch ausgelöst wird, ist leicht verständlich aus der Zweckmässigkeit des ganzen Vorganges. Wir sahen ja, dass jeder Sinnesreiz reflektorisch bestimmte Bewegungen in der Muskulatur der Sinnesorgane hervorruft; alle diese Bewegungen können aber doch nur dann Wert haben, wenn der Kopf, der die Sinnesorgane trägt, selber fixiert ist, und die Festhaltung des Kopfes wird um so energischer sein müssen, je feiner die Einstellung des percipierenden Apparates ist.

Es ist also nicht gesagt, dass wir den Kopf immer zum Reize hin bewegen müssen; wir müssen nur dem Kopfe jene Festigkeit geben, welche ihn in der Ruhelage und ebenso in jeder anderen Stellung befähigt, durch ablenkende schwache Reize nicht aus der eingenommenen Lage abgelenkt zu werden. Ein solcher R e f l e x b o g e n z w i s c h e n S i n n e s a p p a r a t e n u n d K o p f m u s k u l a t u r ist also ein eminent zweck-

mässiger, obgleich er streng genommen keine Bewegung hervorruft, sondern nur Bewegungen verhindert. Dass es sich vornehmlich dabei um die Kopfhalsmuskeln und Kopfnackenmuskeln handelt, versteht sich von selbst, aber auch die anderen Kopfmuskeln stehen damit in engster Beziehung. Die Spannung der Kopfmuskeln bei einwirkenden Reizen ist also ein reflektorischer Vorgang, der im einzelnen Fall durch den angeborenen physiologischen Reflexbogen ausgelöst wird, während dieses physiologische Substrat seinerseits aus der phylogenetischen Differenzierung auf Grund der hervorragenden Zweckmässigkeit seiner Funktion erklärt werden darf. Ist diese Spannung aber ein häufig ausgelöster Prozess, so muss auch diese Spannungsempfindung sich der Reizwahrnehmung associativ zuordnen. Nun sahen wir, wie alle Vorstellungsreproduktion auch die Bewegungsempfindungen erneuerte, unser seelisches Leben daher fortwährend von Bewegungsempfindungen reguliert und begleitet wird, es ist somit selbstverständlich, dass vor allem die Innervationsempfindung derjenigen Spannung, die allen Sinnesorganeinstellungen gemeinsam ist, nämlich der Kopfspannung, unser geistiges Leben, sobald es lebhaft und intensiv wird, stetig begleitet. Die Kopfspannungsempfindung, welche einen wichtigen Teil des Spontaneitätsbewusstseins ausmacht, ist also nicht eine überflüssige zufällige Zuthat, der kein zweckmässiger Muskelvorgang zu Grunde liegt, sondern ist die associativ notwendig ergänzte Erinnerungsvorstellung derjenigen Kopffixierung, welche alle feinere Einstellung der Sinnesapparate zweckmässig begleiten muss. Jeder Faktor ist hier offenbar im besten Einverständnis mit der Associationstheorie.

Wir betonten aber sofort, dass die Innervationsempfindung allein das Gefühl der Spontaneität noch undeutlich lässt; das Bewusstsein, eine innere Willenshandlung ausgeführt zu haben, verlangt noch ein weiteres, das in der Vorstellungsbewegung bedingt ist.

Nur dann nämlich sprechen wir von einer durch innere

Thätigkeit hervorgerufenen Vorstellungsfolge, wenn die succedierenden Bewusstseinsinhalte einander decken, einander gleich sind. Wenn ein psychischer Inhalt einen fremdartigen ablöst, so sprechen wir von passiver Wahrnehmungsfolge oder von freiem Phantasiespiel oder von zufällig auftauchenden Ideen, bei jeder Willensleistung aber sind die psychischen Phänomene, so verschiedenartig auch ihre Einkleidung und ihr durch Associationen dargestellter Ausdruck ist, inhaltlich doch völlig gleich. So geht bei der äusseren Willenshandlung der Wahrnehmung des erreichten Effektes die inhaltlich kongruente Vorstellung desselben voraus; auch die Innervationsempfindung, die der Bewegungsvorstellung vorangeht, deckt sich, wie wir sahen, mit dieser völlig. So geht auch beim Besinnen, beim Aufmerken u. s. w. dem schliesslichen Resultat stets ein psychischer Inhalt voraus, der in anderem Beziehungsausdruck genau den gesuchten, den festgehaltenen, den gewünschten Inhalt schon einschliesst, wie ich in den Untersuchungen über die Willenshandlung ausführlich dargelegt.

Meine Auffassung wurde freilich seitdem vielfach bekämpft; gegen diesen Punkt der Inhaltsgleichheit succedierender Vorstellungen, wenn das Gefühl innerer Thätigkeit entsteht, wendet sich vornehmlich Külpe. Im allgemeinen habe ich freilich mich gegen Külpes interessante Kritik kaum zu verteidigen, da diejenigen Gedanken, die er angreift, nur durch mannigfache Missverständnisse aus meiner Theorie entnommen werden können, und wenn die schärfsten Auslassungen seines Richtspruches nicht ohne Spott sich dagegen wenden, dass ich, wie Külpe in seiner litterarischen Kritik mich zweimal behaupten lässt [1]), die Empfindungen als die „letzten Bestandteile des Bewusstseins“ bezeichne, so darf ich darauf hinweisen, dass diese sinnlose Behauptung, soviel mir bekannt, in meinem Buche nirgends zu finden ist. Külpe bestreitet

---

[1]) Külpe, Die Lehre vom Willen in der neueren Psychologie, in Wundts Phil. Stud. Bd. V. S. 232, 236.

nun jene Inhaltsgleichheit der sich folgenden Vorstellungen im allgemeinen nicht, aber er meint, das ist nicht der Wille, sondern das ist nur die Wirkung des Willens. Es zeigt sich hier eben wieder, wie die spiritualistische Metaphysik, in deren Geist Külpe Kritik übt, sich trotz bester Vorsätze doch der alten Vermögenstheorie nicht entwöhnen kann. Statt dass die psychologische Analyse mit dem wirklich gegebenen Bewusstseinsinhalt sich begnügt und sich vergegenwärtigt, dass unsere Ausdrücke wie Vorstellung, Gefühl, Wille u. s. w. sich nur eben auf diesen Inhalt beziehen können, wird immer wieder der psychologische Wille hinter den Kulissen gesucht; das, was im Bewusstsein gegeben ist, kann dann nur seine Wirkung sein. Wenn ich das, was wir einen Gedächtnisakt nennen, psychologisch analysieren würde und etwa zu dem Ergebnis käme, dass er im Neuauftreten einer früher peripher angeregten Vorstellung besteht, so müsste Külpe antworten: nein, dieses Neuauftreten ist nur die Wirkung des Gedächtnisaktes, nicht er selber. Dass in der Aufeinanderfolge inhaltlich gleicher Vorstellungen der gesamte Thatbestand der Spontaneität besteht, habe ich ja nun freilich auch nicht behauptet; die Innervationsempfindungen sind eben unerlässlicher Bestandteil.

Halten wir aber den ersten Punkt fest, so ist nun evident, weshalb das logische Denken, das in der Urteilbildung vorwärts schreitet, so ganz besonders den Charakter der Spontaneität trägt. Jedes Urteil besteht ja, wie wir sahen, in einer Gleichung; in jedem Urteil wird eine Gesamtvorstellung in zwei verschiedene Beziehungsausdrücke eines und desselben Inhaltes zerlegt, der Inhalt beider im Urteil verbundenen Vorstellungen ist also der gleiche im Gegensatz zu dem unlogischen Phantasiespiel. Die Bedingung für das Bewusstsein innerer Thätigkeit ist mithin bei jedem Urteil erfüllt.

Wir können somit zusammenfassend sagen: Das logische Nachdenken ist charakterisiert durch die Evidenz der Resultate und die Spontaneität des Vorgangs. Die Evidenz der Re-

sultate lässt sich, wie wir sahen, psychologisch am einfachsten durch die Associationstheorie erklären. Das Spontaneitätsgefühl beruht auf der Innervationsempfindung und der inhaltlichen Kongruenz der einander folgenden Vorstellungen. Die Innervationsempfindung hat sich als associativ ausgelöste Erinnerungsvorstellung erwiesen, die Kongruenz der Vorstellungsinhalte ergab sich aus dem Wesen des Urteils, das, wie wir uns überzeugten, in der Zuordnung verschiedener Associationen zu derselben Vorstellung bestand. Alle objektiven und subjektiven Merkmale und Eigenschaften ergeben sich somit einfach und widerspruchslos auf dem Boden einer Theorie, die nichts anderes zur Voraussetzung nimmt als einerseits die Thatsache sinnlicher Wahrnehmung, und andererseits die Thatsache associativer Reproduktion der früher koexistenten Wahrnehmungsempfindungen. Kein einziger anderer psychologischer Faktor als Wahrnehmung und wechselseitige Association der einmal koexistenten Wahrnehmungen hat sich in die Darstellung des logischen Denkens eingeschlichen. Nun erkannten wir vorher als zweifellos, dass sich sowohl die Wahrnehmung als auch die associative Reproduktion durch Koexistenz vollkommen psychophysisch verstehen lässt, und dass wir beide Vorgänge mit den physischen Erscheinungen am einfachsten so verbinden müssen, dass wir die psychische Wahrnehmung und Association auffassen als Begleiterscheinung des physischen Vorgangs zentraler Reizung und zentraler Reizübertragung auf dem Wege eingeübter Leitungsbahn. Wie die einfache Sinneswahrnehmung oder die eingeübte räumliche Association, so ist mithin auch das höchste geistige Leben, Urteilbildung und logisches Denken mühelos als Begleiterscheinung physiologischer Vorgänge zu verstehen.

Verhält es sich aber so, dann ist es selbstverständlich, dass der physiologische Vorgang, nicht die psychologischen Zwischenglieder die wesentlichen Bedingungen des Resultates sind, dass also die höchsten seelischen Leistungen erreicht

werden können, wenn auch die psychische Begleiterscheinung der vermittelnden Vorgänge nicht zustande kommt, dass somit, unabhängig von der psychischen Nebenwirkung, der Prozess im materiellen Substrat sich abspielt und motorische Wirkungen auslöst. Und eine Konsequenz ist vor allem wichtig. Handelt es sich um physiologische Prozesse, deren einzelne Glieder von einem Bewusstseinsinhalt begleitet sein können, nicht aber begleitet sein müssen, so widerspricht nichts der Annahme, dass bei komplizierteren Vorgängen die einzelnen Prozesse nebeneinander ablaufen können und nicht wie die von der Aufmerksamkeit erfassten psychischen Inhalte nacheinander ablaufen müssen. Die einzelnen Vorgänge werden sich somit zeitlich ineinander schieben und decken.

Es fragt sich, ob dieser Versuch, die gegebenen psychischen und physischen Erscheinungen einheitlich zu verbinden, nun auch unsere Zahlenresultate verständlich macht, nachdem wir früher gesehen hatten, dass die Apperceptionstheorie es nicht vermochte. Die experimentell festgestellten Ergebnisse hatten ja der Apperceptionstheorie fast in jeder Richtung aufs entschiedenste widersprochen; es fragt sich nun, ob sie der entwickelten Associationstheorie ebenso negierend gegenüberstehen.

VIII.

Wenden wir uns zunächst wieder zu den mit Dr. Thumb angestellten Versuchen über vollständige und verkürzte Reaktion. Die Apperceptionstheorie forderte, wie wir ausführlich erörtert, dass bei komplizierteren, auf Urteile gestützten Reaktionen, wie solche da vorliegen, wo es sich um Einordnung in die Rubriken Musiker, Dichter, Naturforscher u. s. w. handelt, die kürzeste Zeit dann vergeht, wenn die Aufmerksamkeit auf den zu erwartenden Reiz gerichtet ist, die längste Zeit dagegen dann, wenn die Aufmerksamkeit vom Reize weg der Bewegung zugelenkt ist. Die empirisch gefundenen Zahlen

ergaben gerade das Gegenteil. Und während die Apperceptionstheorie verlangt. dass mit wachsender Kompliziertheit des Aktes die Reaktionszeit wächst, sehen wir sie bei der vollständigen Reaktionsweise wachsen, bei der verkürzten dagegen unverändert bleiben. Wie verhält sich dazu die Associationstheorie?

Wir müssen den Vorgang der vollständigen und den der verkürzten Reaktion offenbar zunächst vom Standpunkt der Associationstheorie klarstellen und analysieren. Jeder beliebige herausgegriffene Fall kann den Unterschied der beiden Reaktionsweisen verdeutlichen, selbstverständlich aber wird unsere Analyse nicht wirklich bis zu den elementaren Prozessen fortschreiten, sondern hier nun alles das als bekannt voraussetzen dürfen, was die bisherigen Betrachtungen über Association, Hemmung, Apperception u. s. w. hervorgehoben. Die der Associationstheorie gemässe Auffassung des Einzelnen ergibt sich bei Berücksichtigung jener Ausführungen von selbst.

Wenden wir uns beispielsweise der schon recht komplizierten Gruppe VI zu, wo der erste Finger gehoben werden sollte, wenn das zugerufene Wort eine Stadt bezeichnet, der zweite, wenn einen Fluss, der dritte, wenn ein Tier, der vierte, wenn eine Pflanze, der fünfte, wenn ein Element. Nehmen wir den Fall, dass das zugerufene Wort „Frosch“ sei und richtig der dritte Finger gehoben wird; was ist nun vorgegangen unter der Voraussetzung, dass die Aufmerksamkeit lediglich dem zugerufenen Worte zugewandt war, und was wäre vorgegangen, wenn die Aufmerksamkeit von vornherein nur auf den motorischen Akt gerichtet gewesen wäre.

Die Aufmerksamkeit ist völlig dem zu empfangenden Worte zugewandt, heisst offenbar in diesem Falle nichts anderes, als die im Bewusstsein gegenwärtigen Vorstellungen konstituieren sich vornehmlich aus den, starken Schallreizen angepassten, Spannungsempfindungen und aus den Spannungsempfindungen und Gemeinempfindungen der Erwartung. Nun

erregt die Lufterschütterung des gesprochenen Wortes „Frosch" das Trommelfell, die Reizung wird zum Gehirn geführt, und löst hier eine Erregung aus, welcher psychisch die Elemente des Wortklangbildes entsprechen. Die schon vorher hervorgerufenen Spannungsempfindungen verschmelzen mit dem neuen Bewusstseinsinhalt unmittelbar und verleihen dem gehörten Wort jene Schärfe, Klarheit und Accentuation, vermöge derer es sich fest im Bewusstsein behauptet. Die Vorstellung verbindet sich mit unseren eigenen Spannungsempfindungen, wir erhalten dadurch die Empfindung, als hielten wir selber sie fest, und so entsteht zunächst die associativ ausgelöste Vorstellung: das, was ich festhalte, ist das Wort Frosch. Dieses erste Stadium repräsentiert das, was gemeinhin Apperception im engeren Sinne genannt wird.

Diese Vorstellung, dass wir ein Wort gehört haben, erweckt nun associativ einen Kreis von Erinnerungsvorstellungen; es war nämlich vor Beginn des Versuches bekanntlich verabredet worden, dass, sobald ein Wort vernommen ist, dasselbe in die Rubriken Stadt, Fluss, Tier, Pflanze, Element eingereiht werden soll. Diese nicht mehr gegenwärtige, aber associativ disponible Verabredung wird jetzt also erweckt. Stadt, Fluss, Pflanze, Element werden als unvereinbar mit „Frosch" gehemmt werden, richtiger nicht „Stadt", sondern die Vorstellung „ist eine Stadt" u. s. w. Die Vorstellung „ist ein Tier" wird dagegen associativ gehoben, sobald in jener disponiblen Erinnerungsvorstellung die Merkmale der Vorstellung Tier deutlich hervortreten. Die Gesamtvorstellung „der Frosch ist ein Tier" ruft nun aus den, in der früheren Verabredung aufgespeicherten Erinnerungsvorstellungen die weitere Aufforderung hervor, mit jeder Rubrik eine Fingerbewegung zu verbinden. Jetzt taucht also die Vorstellung der Bewegung auf zugleich mit dem Zahlwort der verschiedenen Finger; wir erinnern uns dabei, dass „Tier" mit dem dritten Finger verbunden werden sollte. Die Bewegungsvorstellung regt die Ichvorstellung an, es ergibt sich somit

der Bewusstseinsinhalt „ich muss jetzt den dritten Finger heben“ und die dieser Gesamtvorstellung zu Grunde liegende physiologische Erregung entladet sich in derjenigen Muskelkontraktion, die den dritten Finger thatsächlich hebt.

Völlig anders muss der Verlauf sein, wenn die Aufmerksamkeit dem Bewegungseffekt zugewandt ist. Die im Bewusstsein gegenwärtige Vorstellungsmasse ist jetzt, wie ich es schon bei der Schilderung der Versuche dargelegt, eine höchst komplizierte, und es ist nicht ausgeschlossen, dass einzelne Faktoren derselben vorübergehend so an Intensität abnehmen, dass sie dem Bewusstsein entschwinden, aber jedenfalls behalten wir den Ueberblick über das ganze Vorstellungsgefüge. Dieses selbst hat nun zum Grundstock die Bewegungsempfindungen der fünf Finger, nicht die Zahlvorstellungen, und durch willkürliche Probebewegung wird diese Bewegungsempfindung fortwährend wach gehalten. Mit diesen Muskelempfindungen sind nun, durch die auf der Verabredung beruhenden Einübung, aufs engste jene Vorstellungen Stadt, Fluss u. s. w. verbunden. Aber ebenfalls handelt es sich hier nicht nur um Worte; die Elemente dieser fünf Kollektivvorstellungen sind bald mehr bald weniger deutlich dem Bewusstsein gegenwärtig. Die vorherige Versuchsbesprechung hat hier schon den ganzen Associationenkreis wenigstens in Mitschwingung versetzt; nicht das Schallbild Stadt, sondern allerlei auf Stadtteile, Städtebilder, Stadtnamen bezügliche Vorstellungen verbinden sich mit der Bewegungsempfindung des ersten Fingers. Und dieser ganze grosse Komplex von Vorstellungen wird nun noch zusammengekoppelt von der dirigierenden Vorstellung: „ich soll den Finger heben, dessen Rubrik bezeichnet wird.“ Alles dieses darf also nicht erst während des Versuches associativ gehoben werden, sondern ist bei Beginn des Versuches im Bewusstsein anwesend. Und nun dringt das Wort „Frosch“ zum Centralnervenapparat.

Die Apperceptionstheorie würde nun verlangen, dass diese cerebrale Erregung zum Ausgangspunkt für die Erweckung

der Aufmerksamkeit wird, diese daher von den geschilderten Vorstellungen abgelenkt wird und das gehörte Wort appercipiert wird; ist dieses erfolgt, so würden dann die Akte in genau derselben Reihenfolge sich abspielen, wie vorher, als die Aufmerksamkeit dem Reize zugewandt war. Die Associationstheorie wird dagegen nicht die geringste Veranlassung zu der Annahme haben, dass die an den Reiz anschliessende Wahl eine Apperception, eine bewusste Aneignung, eine Zuwendung der Aufmerksamkeit zu dem Reize beansprucht. Sie wird den Vorgang viel einfacher auffassen.

Die Erregung dringt centripetal zur Rinde. Schon auf dem Weg durch die niederen Centren müssen — wir haben den Vorgang bei der Betrachtung der Vorstellungshemmung im einzelnen zu erleuchten versucht — alle diejenigen Associationen des Wortes Frosch gehemmt werden, welche mit den im Bewusstsein gegenwärtigen Vorstellungen nicht vereinbar sind. Sobald es nun aber zur Rinde gelangt und somit eine bewusste Erregung entsteht, so werden nun die nicht von vornherein gehemmten Associationen in Kraft treten. Einer dieser Associationskomplexe wird jene um die Ichvorstellung gruppierte Reihe von Spannungsempfindungen sein, die verstärkend und verdeutlichend auf die Reizwahrnehmung zurückwirkt und die wir Aufmerksamkeit nennen; erst sobald diese Association eingetreten, haben wir nach der üblichen Auffassung das Wort Frosch appercipiert. Ehe nun aber diese Association eintreten kann, hat längst schon ein anderer Prozess sich abgespielt.

Vergegenwärtigen wir uns doch, dass ausser den Fingermuskelempfindungen und der Vorstellung, dass wir reagieren sollen, hauptsächlich die Begriffe Stadt, Fluss, Tier, Pflanze, Element in unserem Bewusstsein anwesend waren und mit ihnen schon alle die Associationen geweckt waren, welche zur Verdeutlichung dieser Allgemeinvorstellungen dienten. Sobald nun der Wortschall Frosch ins Bewusstsein tritt, muss diese Schallempfindung, noch ehe wir uns der Bedeutung bewusst

geworden und noch ehe wir es uns angeeignet, auf Grund früher erlernter Koexistenzassociation sich mit denjenigen, im Bewusstsein gegenwärtigen Vorstellungselementen verbinden, welche den Begriff Tier konstituieren. Diese Verbindung stellt dann diejenige Gesamtvorstellung dar, deren Zerlegung das Urteil bildet: der Frosch ist ein Tier. Aber ehe nun wiederum diese Zerlegung stattfindet, musste ein weiteres eintreten. Es war ja jetzt im Bewusstsein gegenwärtig erstens die Vorstellung, dass derjenige Finger, dessen zugeordneter Sammelbegriff mit dem Wort in Verbindung steht, gehoben werden soll, zweitens die Verschmelzung von Tierbegriff mit der Muskelempfindung des dritten Fingers und zu diesen, schon vor dem Versuch vergegenwärtigten Inhalten tritt nun noch das neue, die Verbindung des Wortschalles mit dem Tierbegriff. Hat sich dieser letzte Prozess vollzogen, so genügt er offenbar, um mit jenen anderen Vorstellungen gemeinsam als ausreichende Ursache der reagierenden Fingerbewegung zu wirken. Die drei Faktoren: „Frosch—Tier", „Tier—dritter Finger", „der Finger, dessen Kategorie durch den Reiz erregt wird, soll sofort gehoben werden", sie sind nicht erst Motiv für den Willen, sondern sie sind in ihrer Verbindung schon der zureichende Bewegungsanstoss selbst; sobald jene drei Vorstellungen anwesend sind, so müssen sie sich eben gerade in jener Bewegung entladen.

So tritt denn die Hebung des dritten Fingers ein, noch ehe der Wortschall für das Bewusstsein Sinn gewonnen, noch ehe er appercipiert ist und noch ehe die Verbindung zwischen Frosch und Tier sich in das sprachliche Urteil zerlegt hat. Für denjenigen, der daran festhält, dass die Urteilsbildungen und verwandte Prozesse rein psychisch erklärt werden müssen, der kann hier natürlich keinen Schritt mitmachen; wie sollte der Wortschall dann die Wahl ermöglichen, noch ehe sein geistiger Inhalt angeeignet ist! Wer aber unseren Betrachtungen über den associativen und deshalb physiologisch erklärbaren Charakter aller Urteilsbildung und aller spontanen

Gedankenbewegung zustimmt, der hält daran fest, dass es nicht der psychischen Aneignung, nicht des Bewusstwerdens bedarf, damit ein Reiz diejenigen Vorgänge auslöst, die wir nachträglich auf logische Prozesse zurückzuführen gewohnt sind. Von derjenigen Gehirnerregung, welche dem peripheren Schallreiz des gesprochenen Wortes Frosch folgt, bis zu dem Impulse, der den dritten Finger hebt, ist ein kortikaler Schliessungsbogen vorhanden, dessen unendlich komplexer Verlauf doch schliesslich nur auf solche Leitungsbahnen hinweist, die durch frühere gleichzeitige Erregung ihrer Endstationen zu Bahnen geringsten Widerstandes wurden.

Das Ergebnis ist somit folgendes. Beide Reaktionen, gleichviel ob die Aufmerksamkeit vorher dem sensorischen Anfangsglied oder dem motorischen Schlussglied zugewandt war, kommen erst dann richtig zustande, wenn eine Verbindung zwischen Wort und Kategorie sowie zwischen Kategorie und Finger hergestellt ist und ausserdem die Vorstellung vorhanden ist, dass der entsprechende Finger gehoben werden soll. Im ersten Falle werden diese drei Faktoren langsam durch Association nacheinander ins Bewusstsein gerufen und zwar mit Zwischenschiebung noch anderer Vorstellungen. Eines nach dem anderen muss aus der Erinnerung erweckt werden; der Reiz wird appercipiert, die Apperception weckt die Erinnerung an die Aufgabe der Einordnung, dadurch wird die Erinnerung an die verschiedenen Kategorien wach, jedes dieser Kategorieworte erweckt nun wieder alle die zu dem Begriff gehörigen Elemente und so geht es fort, bis schliesslich jene drei Schlussglieder vorhanden sind, welche die Bewegung auslösen. Da hier eines erst immer auf das andere folgen muss und überdies erst hervorgerufen wird durch die Erinnerung an die mit der Ichvorstellung verknüpfte Aufgabe, so wird kaum ein neues Glied der Kette in Wirksamkeit treten, ehe nicht das vorhergehende klar und deutlich ins Bewusstsein gelangt ist; der ganze Vorgang wird somit im Bewusstsein ablaufen.

Im zweiten Fall dagegen ist — und darauf eben kommt alles an — die Mehrzahl derjenigen Vorstellungen, die dort associativ erweckt werden mussten, hier von vornherein im Bewusstsein gegenwärtig; die Verbindung von Kategorie und Finger einerseits, die Neigung, den interessierten Finger zu heben, andererseits, und vor allem sämtliche zum Verständnis jener Kategorien Stadt, Fluss, Tier notwendigen Associationen, alles ist ja durch die Anordnung des Versuches schon vorher ins Bewusstsein gerufen, es muss also nichts, absolut nichts neues hinzukommen ausser der Verbindung von Reiz und Kategorie. Sind aber die dem Kategoriebegriff zugehörenden Merkmale associativ schon vorher hervorgerufen, so ist diese Verbindung und Zuordnung ein Prozess einfachster Art, der im Grunde darauf beruht, dass jene gegenwärtigen Associationen zum Teil dieselben sind, wie diejenigen, die der Reiz erweckt; dieser ganze Prozess verläuft dann im physiologischen Substrat, noch ehe der Reiz diejenigen Ergänzungen hervorgerufen hat, welche seine psychische Apperception konstituieren. Kurz, wenn die Aufmerksamkeit dem Reiz zugewandt ist, müssen erst nacheinander alle diejenigen Vorstellungen aus der Erinnerung associativ erweckt werden, die, wenn die Aufmerksamkeit der Reaktion zugewandt ist, von vornherein im Bewusstsein gegenwärtig sind und es ist falsch, anzunehmen, dass auch im letzteren Fall die Aufmerksamkeit sich während des Versuches dem Reiz zukehrt, derselbe erreicht vielmehr rein physiologisch den Anschluss an die im Bewusstsein gegenwärtigen Schlussglieder, mit denen gemeinsam er die Bewegung auslöst.

Dieses einfache Beispiel erklärt uns nun mühelos das gesamte Zahlenergebnis, das nach drei Richtungen auffällige Unterschiede zwischen den beiden Reaktionsweisen zeigte. Erstens fanden wir bei der Reaktion mit vorheriger Spannung auf den motorischen Effekt nicht selten falsche Reaktionen. Sie sind das notwendige Ergebnis von jener rein physiologi-

schen Associationswirkung des Reizes. Bei der anderen Versuchsanordnung war das nicht möglich; da trat die Verbindung zwischen Frosch und Tier ja erst dann ein, nachdem die Vorstellung Frosch appercipiert und somit in allen seinen Merkmalen klar erfasst war; ja die Vorstellung Tier wurde erst an die appercipierte Vorstellung Frosch herangetragen, als auch schon die weitere Vorstellung entstanden war, dass für den Frosch eine Subsumtion vollzogen werden soll. Eine falsche Verbindung, also eine Verbindung, deren Elemente sich wechselseitig hemmen, wäre hier aus psychophysischen Gründen unmöglich, da eben die Verbindung erst eintritt, nachdem schon alle Elemente deutlich hervorgetreten sind. Bei der zweiten Versuchsanordnung dagegen sehen wir die Vorstellungsgruppe Tier schon jene die Bewegungsreaktion auslösende Verstärkung gewinnen, sobald nur eines ihrer Elemente durch den Reiz erregt wird. Wie leicht kann nun der Reiz auf irgend ein Element eines Begriffes verstärkend einwirken, dessen sonstige Elemente mit dem Reiz unvereinbar sind, so dass auf Grund irgend einer losen Beziehung eine falsche Subsumtion eintritt, eine Subsumtion, deren Irrtümlichkeit im nächsten Moment, sobald die weiteren Associationen sich herandrängen, evident ist, die aber doch hinreichte, um, noch ehe die Vorstellung appercipiert ist, den physiologischen Reaktionsmechanismus falsch spielen zu lassen. Nicht nur die Unrichtigkeit der Subsumtion tritt uns in diesen Fällen, sofort nachdem wir falsch reagiert haben, ins Bewusstsein — weil, während die Reaktion ablief, sich nachträglich die zur Apperception notwendigen associativen Erregungen im Gehirn eingestellt —, sondern auch das vermittelnde Glied, das den Irrtum produziert, gewinnt meist nachträglich die zum Bewusstwerden hinreichende Stärke. Die Apperceptionstheorie könnte die falschen Subsumtionsreaktionen nie erklären, für die Associationstheorie sind sie selbstverständliche Konsequenzen.

Weit auffälliger war ein zweites, das nunmehr kaum der Erklärung bedarf, die durchgängig längere Dauer der Reaktion,

wenn die Aufmerksamkeit auf den Reiz, als wenn sie auf den motorischen Teil des Vorganges gerichtet ist. Der Umstand, dass in letzterem Falle schon alle diejenigen Vorstellungen gegenwärtig sind, welche im ersteren associativ mittels zahlreicher dargestellter Zwischenglieder aus der Erinnerung geweckt werden müssen, macht diese Zeitdifferenz zu einer entschieden notwendigen. Im einen Falle folgen die Einzelprozesse nacheinander, indem einer stets den anderen hervorruft; im anderen Falle decken sie sich zeitlich, indem alle gleichzeitig wirksam sind. Die Apperceptionstheorie hatte gefordert, dass die Aufmerksamkeit im zweiten Fall sich von der Bewegung weg dem Reize zuwendet und dann dieselbe Prozesskette durchmacht, wie im ersteren Falle; die Reaktionszeit müsste also, wenn die Aufmerksamkeit vorher auf die Bewegung gerichtet ist, entschieden grösser sein. In Wirklichkeit fanden wir sie erheblich kleiner, wie es die Associationstheorie verlangt.

Am auffälligsten war ein drittes. Bei unseren Versuchen wuchs zweifellos die Kompliziertheit der Subsumtion; es ist leichter zu sagen, ob ein Wort Nominativ, Genitiv, Dativ u. s. w., als zu sagen, ob es Substantiv, Adjektiv, Pronomen u. s. w.; dieses ist wieder leichter, als zu entscheiden, ob es Stadt, Fluss, Tier u. s. w. ist, und dieses wiederum ist leichter, als anzugeben, ob der Name einem Dichter, Musiker, Naturforscher, Philosophen u. s. w. angehört. Trotzdem sahen wir die Zahlen wohl bei der sogenannten vollständigen Reaktion stetig wachsen, bei der sogenannten verkürzten aber vollständig gleich bleiben. Es ist ja recht billig, nachdem die Experimente angestellt, zu behaupten, dass man es theoretisch hätte voraussagen können; in diesem Falle aber glaube ich, hätte die Associationstheorie in der That von vornherein das Richtige getroffen. Vergegenwärtigen wir uns doch, worin der verschiedene Grad der verzögernden Schwierigkeit liegt. Die Zahl der Prozesse ist nicht grösser, wenn ich das Wort unter dem Gesichtspunkt subsumiere, ob es Stadt, Fluss, Tier u. s. w. bezeichnet, als

wenn ich es den Dichtern, Musikern u. s. w. subsumieren will; das, was zunimmt, ist die Zahl und Kompliziertheit der Associationen, die ich mit jenen Begriffsworten verbinden muss, sobald sie mir beim Hören des Namens passende Verbindungen anregen sollen. Je komplizierter dieses Glied, das sich bei der vollständigen Reaktion zwischen Wortapperception und Urteil einschiebt, desto längere Zeit wird vergehen. Bei der verkürzten Reaktion ist ja nun aber dieser komplizierte Associationsapparat schon vorher ins Bewusstsein geschafft, noch ehe der Versuch begonnen; alle jene Associationen sind schon durch die vorherige Verabredung geweckt, die grössere Schwierigkeit kommt hier somit nur der Vorarbeit des Versuches zu, nicht der Arbeit während des Versuches. Die Versuchsarbeit wird hier somit, unabhängig von der anwachsenden Kompliziertheit der Vorarbeit, stetig dieselbe Zeit beanspruchen. Dieselbe wird zwar noch, wie sich aus den Zahlen ergibt, nicht unerheblich länger sein als dort, wo durch längere Einübung die Verbindung zwischen Reiz und Bewegung den subkortikalen Centren übertragen ist; sie wird sich aber auf einem Niveau halten, das tief unter den Grössen der Reaktion bei sensorischer Aufmerksamkeit steht. Auch hier steht die Apperceptionstheorie vor einem Rätsel, während die Associationstheorie die Thatsachen in bester Uebereinstimmung mit ihren eigenen Voraussetzungen erblickt.

Wenden wir aber den Blick von dem künstlich bedingten Experiment zu dem natürlichen Geschehen des freien geistigen Lebens, so wird schwerlich ein Zweifel daran möglich sein, dass dort, wo wir solche Reaktionen praktisch liefern, sie weit eher dem Schema unserer verkürzten Reaktion als dem der vollständigen sich anpassen werden. Wenn wir handeln und sprechen, so resultiert die Bewegung, noch ehe der Reiz wirklich bewusst angeeignet ist und gar jene Ruhestationen, welche die vollständige Reaktion mit sich bringt, jene Pausen, in denen wir konstatieren, dass wir den Reiz als solchen

erkannt haben und nun zur nächsten Aufgabe, zur Association und Wahl, schreiten dürfen, sie gehören völlig den künstlichen Versuchsanordnungen zu. Der vollständige Reaktionsvorgang, wie er bei allen älteren Arbeiten dieser Art nicht nur bevorzugt, sondern geradezu gefordert wurde, ist ein Artefakt. Bei Ueberlegungen kommen derartige Auseinanderzerrungen des Prozesses zwar wirklich vor; dann fällt aber wieder die Forderung möglichster Schnelligkeit weg, welche für den Versuch unerlässlich ist.

Damit soll nicht gesagt sein, dass Versuche dieser Art wertlos sind; im Gegenteil, für das Studium der Struktur des Vorgangs können solche, dem normalen Geschehen unähnliche Reaktionsmethoden sehr wichtig und bedeutsam sein. In der That würden beispielsweise die bei unseren vollständigen Reaktionen gewonnenen Zahlen für sich schon recht interessante Anhaltepunkte für die Untersuchung bieten. Es darf nur eben diese Abweichung der Versuche von der Norm nicht unberücksichtigt bleiben, wenn nicht der Nutzen der Experimente in theoretisch recht bedenklichen Schaden umschlagen soll. Wenn alle unsere Kräfte arbeiten, dann reagieren wir auf Reize nach dem Schema der verkürzten Reaktion; der Reiz löst sofort zusammen mit den sonstigen Erregungen des Augenblickes physiologisch die betreffende Bewegung aus, noch ehe diejenigen ergänzenden Associationen hinzugekommen sind, welche in uns die Empfindung erwecken, den Reiz appercipiert zu haben.

So wäre es denn auch völlig unmöglich, die einfachen Glieder der Reaktionsprozesse durch Subtraktion zu eliminieren, wenn nicht regelmässig an die Stelle der normalen Wahlreaktion, Unterscheidungsreaktion u. s. w. das Kunstprodukt einer sogenannten vollständigen Reaktion treten würde. Im normalen Vorgang würde die Wahl längst einsetzen, ehe die Apperception vollendet, würde die Reaktionsentscheidung längst verwirklicht sein, ehe die psychische Unterscheidung ins Bewusstsein getreten, ja würde oft das Associationswort längst

innerviert sein, ehe das zugerufene Wort völlig verstanden ist. Wer also beispielsweise die Reaktionszeit, bei welcher reagiert wurde, sobald man sich der vollzogenen Apperception bewusst war, abziehen wollte von der Reaktionszeit, bei der nur auf einen bestimmten Reiz so schnell wie möglich reagiert wurde, bei anderen aber nicht, der würde die durch diese Subtraktion gewonnene Unterscheidungs- und Entscheidungszeit viel zu kurz finden, weil seine Voraussetzung, dass die Entscheidung, ob Reaktion oder Ruhe, sich auf vorangegangene Apperception stützen müsse, auch da durchaus falsch ist, wo von Einübung keine Rede sein kann. Wenn wir den Reiz appercipieren, haben wir für gewöhnlich schon auf denselben zu reagieren begonnen; unser motorischer Apparat wartet nicht auf unser Bewusstsein, sondern thut rastlos seine Pflicht und unser Bewusstsein schaut ihm zu und hat ihm nichts zu befehlen.

IX.

Auch bei der zweiten Arbeit kann die Erklärung der Ergebnisse vom Standpunkt der Associationstheorie sich auf die Heraushebung einiger weniger Punkte beschränken, da bei konsequenter Erfassung ihrer Erklärungsmethode jede Schwierigkeit wegfällt, unsere Zahlenergebnisse nicht nur zu deuten, sondern als notwendig zu erkennen. Auch hier liegt der Schlüssel vornehmlich in der einen Thatsache, dass der psychophysische Prozess, den ein Reiz auslöst, nicht erst dann einsetzt, sobald der Reiz bewusst angeeignet ist, und dass dieser Prozess aus der associativen Erweckung von Reproduktionen früherer Reize besteht, so dass er verkürzt wird, wenn durch irgendwelche Nebenumstände diese Reproduktion schon vor der Einwirkung des auslösenden Reizes erfolgte. Nehmen wir hierzu alles das, was die Associationstheorie bezüglich Hemmung der Vorstellungen u. s. w. ver-

langte, so bedarf es in der That keines Eingehens in die einzelnen beschriebenen Versuche, um die Struktur der in den Resultaten zum zahlenmässigen Ausdruck gelangten Vorgänge zu erleuchten.

Nur diejenigen Zahlen seien noch einmal hervorgehoben, die uns ganz besonders die Unfähigkeit der Apperceptionstheorie demonstrierten. Schon bei flüchtigem Ueberblick sahen wir ja, dass dieses und jenes unserer Ergebnisse mittels einer gekünstelten Wendung der Apperceptionslehre allenfalls auch durch diese gedeutet werden konnte, wenngleich auch dann die Associationsauffassung den Vorzug hatte, wirklich zu erklären, wo jene andere Theorie die Dinge nur benannte. Gerade bei den hauptsächlichsten Ergebnissen aber überzeugten wir uns leicht, war von einer Wahl zwischen der einen oder der anderen Betrachtungsweise gar nicht die Rede, weil die Apperceptionstheorie, weit entfernt, die Thatsachen begreiflich zu machen, vielmehr das gegenteilige Ergebnis forderte. Wir hatten ein paar solche Fälle näher analysiert[1]); auf eben diese Fälle sei nun noch einmal von dem neuen Gesichtspunkt aus hingewiesen.

Den ersten Anknüpfungspunkt boten die Versuche der Gruppe IV, deren eindeutige Beziehungsurteile bei jeder der beiden Versuchspersonen sich als erheblich kürzer erwiesen als die unbeschränkten und mehrdeutig beschränkten Beziehungsurteile der II. und III. Gruppe, während die Möglichkeit, dass es sich etwa um besonders fest eingeübte nächstliegende Associationen handelte, durch die Versuchsanordnung völlig ausgeschlossen war. Die Apperceptionstheorie hatte verlangt, dass bei dem unbeschränkten Beziehungsurteil, der sogenannten freien Association, die erste beste auftauchende Associationsvorstellung festgehalten wird, bei dem eindeutig beschränkten Beziehungsurteil dagegen eine grosse Zahl von Associationen empordringen soll und dann erst eine psychische

[1]) Oben S. 117 ff.

Auswahl eintritt, durch welche die unpassenden Associationen verworfen werden, die passende behalten wird; der erste Vorgang wäre also nur ein Bruchteil des zweiten gewesen und dennoch dauert er länger als dieser. Die Associationstheorie befindet sich auch mit dieser Thatsache in bester Uebereinstimmung.

Zunächst müssen wir uns dabei das früher erlangte Ergebnis vergegenwärtigen, dass nämlich bei allen solchen Versuchen von einem blossen Associationsvorgang, der irgendwie im Gegensatz steht zu einer Urteilsbildung, gar nicht die Rede sein kann; das, was in den üblichen Versuchen freie Association genannt wurde, ist nichtsdestoweniger ein richtiges vollständiges Urteil. Wenn der Experimentierende ein Wort zuruft und der Reagierende daraufhin ein associiertes Wort hervorstösst bei gleichzeitigem Druck auf den elektrischen Stromschlüssel, so ist jenes associierte Wort so zu verstehen, dass es die Antwortsreaktion auf einen ganzen Satz ist, dessen übrige Glieder nur schon durch die vorherige Verabredung festgestellt sind. Der Satz lautet: nennen Sie möglichst schnell ein Wort, das in Beziehung steht zu dem Wort X; kein Zweifel, dass die Antwort ein wirkliches Urteil ist, dessen Aussage wieder einen Satz enthält, nämlich: das Wort Y steht in Beziehung zu X.

Nun haben wir inzwischen uns auch den psychophysischen Vorgang der Urteilsbildung verdeutlicht. Wir sahen, jedes Urteil beruht auf dem Identitätsverhältnis und besagt, dass derjenige psychische Inhalt, der durch die Beziehung zu der und der Association bezeichnet wird, derselbe ist, welcher durch die und die Association bezeichnet werden kann. Bei jener freien Association bestand die Urteilsbildung also in der Aussage: der psychische Inhalt, der dadurch bezeichnet wird, dass er mit dem Wort X in Beziehung steht, wird gleichzeitig auch durch das Wort Y bezeichnet. Es gilt also in erster Linie, den in der Frage bezeichneten Inhalt auch für die Antwort festzuhalten und ausserdem diesem selben Inhalt neue

Associationen beizufügen, die mit den früheren zu einer Gesamtvorstellung verschmelzen.

Nun sahen wir, dass dieses Festhalten psychophysisch als gleichbleibende motorische Innervation auftritt; es ist, als würden die Sinne, bei deren Zusammenwirken nicht selten das Auge völlig überwiegt, mit aller Kraft auf jenen einen psychischen Inhalt hingerichtet. Soll diese Innervation wirklich den Erfolg haben, dass kein anderer Reiz sie beseitigt, soll das Spiel der Associationen sie nicht verdrängen und somit Sicherheit vorliegen, dass der psychische Inhalt, der im zweiten Urteilsglied durch neue Associationen ausgedrückt wird, wirklich derselbe ist als der erste, der Inhalt also wirklich festgehalten ist, was unwahrscheinlich wäre, wenn das motorische Innervationselement sich verändert hätte: so muss, wie wir uns überzeugten, eine möglichst grosse Spannung der antagonistischen Muskeln, vornehmlich der Kopfantagonisten, den Vorgang begleiten. Die psychophysische Unterlage des gesamten Urteilsprozesses wird somit eine gesteigerte Innervation der Kopfmuskulatur sein und diese wird zweifellos doch nicht erst dann hervorgerufen, sobald das Urteilen anfängt, sondern schon sobald ein Urteil beabsichtigt wird. Die in der Versuchsanordnung stillschweigend ausgesprochene Wendung: Nennen Sie — oder: Was ist —, insofern sie eine durch ein Urteil zu beantwortende Satzbildung einleitet, ruft reflektorisch schon jene Spannung hervor, noch ehe mit dem Schluss des Satzes durch das zugerufene Wort die wirkliche Urteilsbildung angeregt wird. Weit entfernt also, dass erst mit der Aneignung der zu beurteilenden Vorstellung der „apperceptive“ Urteilsprozess einsetzt, sehen wir vielmehr den wesentlichsten Faktor desselben, sein motorisches Grundelement, welches den Identitätscharakter des Urteils psychophysisch bewirkt, associativ schon vorher erweckt werden.

Und damit sind die der Urteilsreaktion zugehörenden, im voraus erweckten Elemente noch nicht beendet. Würde genau dieselbe Frage an uns etwa bei der Lektüre herantreten, so

würden wir zwar innerlich mit der richtigen Antwort reagieren, von einem lauten Aussprechen aber wäre keine Rede. Die Wahrnehmung der Versuchsanordnung muss mithin auch alle die Vorstellungen und Spannungen associativ vorher erweckt haben, durch welche im Moment der Antwortentstehung diese zu hörbarem Ausdruck gebracht wird. Aber diese Faktoren des Prozesses sind offenbar allen unseren Versuchen gemeinsam; wir müssen uns denjenigen Elementen zuwenden, durch welche die eindeutigen Beziehungsurteile sich von den mehrdeutigen und unbegrenzten unterscheiden.

Bei dem unbeschränkten Beziehungsurteil ist derjenige psychische Inhalt, der im Urteil durch neue Associationen bezeichnet werden soll, lediglich durch das eine Merkmal bestimmt, durch die Beziehung zu dem zugerufenen Wort. Die Beziehung selbst ist nicht näher bezeichnet; der durch die Gleichung bestimmte Punkt hat also gewissermassen seinen geometrischen Ort in einer Kreisfläche von sehr grossem Durchmesser. Und auch die Association, die für das Urteil gewählt werden soll, ist nur durch die eine Bestimmung präzisiert, dass sie durch ein Wort bezeichnet werden soll, also nicht nur Empfindung bleiben darf. Offenbar ist die letztere Bestimmung so allgemein, dass die Vorstellung von derselben schwerlich auf eine der sich aufdrängenden Associationen hemmend einwirken würde, da die weitaus meisten Associationen, sei es direkt, sei es durch Vermittlung einer Zwischenvorstellung, sprachliche Form besitzen. Verhältnismässig enger ist natürlich die erste Bedingung, aber wenn das zugerufene Wort begrifflich nicht gar zu isoliert dasteht, so wird die Zahl der psychischen Inhalte, die jener Bedingung entsprechen, immer noch sehr gross sein.

Da diese Bedingung durch die dem Experiment vorangehende Verabredung dem Reagierenden ins Bewusstsein gerufen ist, so wäre jede auftauchende Vorstellung, welche mit dem zugerufenen Wort nicht in Beziehung steht und somit nicht mit der Vorstellung von der Ausführung der geforderten

Bedingungen vereinbar wäre, durch den früher geschilderten Mechanismus gehemmt, noch ehe der Wortreiz wirklich zur Rinde gelangt oder gar bewusst angeeignet ist. Immerhin ist aber doch die Zahl der associierten, durch den vorher erweckten Bewusstseinsinhalt nicht gehemmten Vorstellungen so erheblich, dass zweifellos sie sich wechselseitig in hohem Masse hemmen werden. Nun soll unter allen zulässigen die nächstliegende Association ergriffen werden. Es ist klar, dass in einzelnen Fällen eine Association so fest eingeprägt ist, dass sie von keiner anderen, solange nicht sonstige Hemmungseinflüsse vorliegen, zurückgedrängt wird; bei solchen stabilen, absolut herrschenden Verbindungen wird dann auch eine Minimalzeit erreicht, durch welche die freie Association sich wirklich als die nächstliegende erweist. Häufiger dagegen wird der andere Fall sein, dass es keine nächstliegende Association gibt, weil mehrere verhältnismässig gleich nahe stehen. Durch die vorher erweckten Vorstellungen wird keine von ihnen gehemmt, gleichberechtigt und gleichmässig sind sie daher wirksam, die Urteilsreaktion zu beeinflussen, und da nur eine zu entscheidendem Einfluss auf den Sprachapparat kommen darf, so werden erst sekundäre Associationen auftauchen müssen, bis mit Hilfe derselben eine der nächststehenden Associationen zum Siege gelangt ist.

Immerhin wird nun hier aber doch die durchschnittliche Zeit nicht wesentlich die Dauer einer ungehemmten Association überschreiten, weil jedenfalls verhältnismässig häufig stabile Associationen so fester Art vorkommen, dass sie auch ohne Hilfsassociation von vornherein alle übrigen überragen und somit der psychophysische Erregungskomplex, bestehend aus jenen vor dem Versuch erweckten Innervationsempfindungen und sonstigen Vorstellungen nebst dieser zunächst auftauchenden Association, sich sofort in der entsprechenden Sprachbewegung entladet.

Erheblich grössere Durchschnittszeit wird dagegen das mehrdeutig beschränkte Beziehungsurteil fordern. Hier sind,

sei es durch vorherige Verabredung, sei es durch die ersten Worte des Fragesatzes, Vorstellungen wachgerufen, welche auf die grösste Zahl der mit dem letzten Wort in Beziehung stehenden Vorstellungen hemmend einwirken, weil sie ihrer motorischen Elemente wegen mit ihnen unvereinbar sind. Ehe also das am Schluss der Frage ausgesprochene Wort zur Rinde gelangt ist, oder gar appercipiert ist, sind schon alle diejenigen Vorstellungen unterdrückt, welche bei freier Association sich eingestellt hätten, nunmehr aber der beschränkenden Bedingung widersprechen. Es ist damit in hohem Masse die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass die wirklich nächstliegende Association sich unter den zahlreichen gehemmten befindet und nicht zufällig unter den wenigen, welche mit der gestellten Bedingung vereinbar sind. Die Vorstellung der beschränkenden Bedingung wird nun aber nicht nur negativ, hemmend, wirken, sondern wird sofort ihrerseits die Gruppe in Betracht kommender Associationen positiv unterstützen, indem sie alle diejenigen Elemente associativ im voraus wachruft, welche der gesamten Vorstellungsgruppe gemeinsam sind. Die Zahl der nach Aufnahme des letzten entscheidenden Wortes noch neu zu erweckenden Associationsfaktoren ist somit dadurch verkleinert, dass die gemeinsamen Elemente schon da sind und vor allem wirken diese gemeinsamen Elemente, sobald sie einmal angeregt sind, selbst wieder erregend, verstärkend, beschleunigend auf diejenige Unterabteilung der Gesamtgruppe, welche zu dem zugerufenen Wort in Beziehung steht. So werden denn die entsprechenden Associationen energischer und schneller sich aufdrängen als bei der freien Association, aber dadurch, dass unter ihnen in den meisten Fällen keine besonders stabile nächstliegende Association enthalten ist, wird die wechselseitige Hemmung sehr viel häufiger die Reaktion verzögern und es fast in jedem Falle sekundärer associativer Ergänzungen bedürfen, um eine der zulässigen Vorstellungen zur sprachmotorischen Wirkung gelangen zu lassen, wenn jene Nebenerregungen auch nicht

diejenige Stärke erlangen, um isoliert im Bewusstsein wahrgenommen zu werden. Es wird somit das mehrdeutig beschränkte Beziehungsurteil länger dauern als das unbeschränkte, ein Verhältnis, das in unseren Zahlenergebnissen aufs deutlichste zum Ausdruck kam.

Wie verhält es sich nun mit dem eindeutigen Beziehungsurteil? Die Frage, auf welche dasselbe die einwortige Antwort bietet, unterscheidet sich von der Frage des mehrdeutigen Beziehungsurteils lediglich dadurch, dass die vorher erweckten Vorstellungen alle Beziehungsvorstellungen mit Ausnahme einer einzigen hemmen. Hatte bei dem unbeschränkten Urteil der durch die Gleichung geforderte Punkt seinen geometrischen Ort vielleicht in einer Kreisfläche, bei dem mehrdeutig beschränkten Urteil in der sich deckenden Fläche zweier sich schneidender Kreise, so liegt der geometrische Ort für die Antwort im eindeutigen Urteil in dem Berührungspunkt zweier Kreise.

Wieder müssen die beiden Wirkungen der spezielleren Bedingung, die negativen und die positiven, sich ergänzen. Nehmen wir an, die Frage enthält zunächst die Fragepartikel; dieselbe ruft reflektorisch die das Urteil konstituierende Spannungsempfindung hervor. Dann folgt eine besondere Bedingungsvorstellung; dieselbe hemmt von vornherein alles, was mit ihr nicht verträglich, sie regt dagegen alle diejenigen Elemente an, welche sämtlichen, mit ihr vereinbaren Vorstellungen gemeinsam sind, und eben diese Elemente, zumal die motorischen, müssen auf die Erweckung irgend einer spezielleren Vorstellung aus dieser Gruppe fördernd wirken. Das nächste Wort soll nun noch eine weitere Bedingung zufügen. Diese wird nun ihrerseits von allen durch das erste Wort geförderten Elementen diejenigen hemmen, welche mit der Bedingung des zweiten Wortes unvereinbar sind; diejenigen dagegen, welche schon durch das erste begünstigt nun auch vom zweiten erregt werden, gewinnen damit natürlich die günstigsten Chancen des Zustandekommens. Und

das letzte Wort der Frage sollte, unserer Voraussetzung entsprechend, derartig sein, dass die Antwort eindeutig bestimmt ist; zu den gegebenen positiv und negativ dirigierenden Bedingungen tritt in dem letzten Wort somit eine neue, welche nun aus der Gruppe jener doppelt begünstigten Elemente wiederum alle diejenigen hemmt, die mit dieser letzten Bedingung unvereinbar sind und andererseits aus eben dieser prävalierenden Gruppe der einen Erregung endgültig jene Stärke gibt, die sie befähigt, bewusst zu werden und sich gleichzeitig, zusammen mit den vorher erweckten Spannungsempfindungen, in der Antwort zu entladen. Einerseits ist hier also, sobald das letzte Wort ausgesprochen, für die Entstehung der zu den gestellten Bedingungen passenden Association die günstigste Vorbereitung getroffen, insofern eben schon alle diejenigen Elemente derselben vorher erweckt waren, welche dem gesamten Bedingungskomplex mit Ausnahme der letzten Bedingung entsprachen; es durfte also nach Feststellung dieser letzten Bedingung nur derjenige Teil der gesuchten Association hinzutreten, welcher gewissermassen als spezifisches Merkmal die einzige von sämtlichen Bedingungen geforderte Vorstellung unterscheidet von derjenigen Gruppe, welche den Bedingungen mit Ausnahme der letzten entspricht. Einerseits ist somit, wie gesagt, *die Erweckung der passenden Association aufs äusserste begünstigt, andererseits aber hat diese auftauchende Vorstellung nicht die geringste Hemmung zu erleiden*, da wir ja eben vorausgesetzt hatten, dass nur die eine Antwort, keine andere, den Bedingungen entsprechen sollte. Sahen wir bei den mehrdeutigen Beziehungsurteilen die Zeit sich gerade dadurch verlängern, dass, durch den Wegfall der stabilen Associationen, die den Bedingungen entsprechenden Vorstellungen sich hemmten und somit erst verzögernde Hilfsassociationen ergänzt werden mussten: so muss also umgekehrt hier, wo nur eine einzige Association möglich ist, sekundäre Ergänzungen mithin unnütz sind, diese eine Association überdies in ihrem Zustandekommen

so sehr gefördert ist und sie andererseits, weil jede Hemmung fehlt, unmittelbar auf den motorischen Reaktionsapparat einzuwirken vermag, die durchschnittliche Reaktionszeit einen Minimalwert annehmen, der erheblich kleiner ist als der bei mehrdeutig beschränkter und bei unbeschränkter Association. Gerade dieses aber war das Zahlenverhältnis, das, der Apperceptionstheorie diametral entgegengesetzt, bei unseren Versuchen evident hervortrat.

Dass alle diese Ausführungen nur für solche Fälle Sinn haben, bei denen die in Frage kommenden associativen Verbindungen psychophysisch bereit liegen, versteht sich von selbst. Wo die einzelnen Zwischenglieder so locker verbunden sind, dass ein Glied das andere nur unbestimmt und unsicher hervorruft, wo es somit erst der Einschaltung sekundärer und tertiärer Hilfsassociationen bedarf, um die früher verbundenen Wahrnehmungen in derselben Beziehung zu erneuern, da wird natürlich der Vorgang unberechenbar verlängert und seine Dauer muss unendlich werden, wenn die für die Antwort als bekannt vorausgesetzten Associationseinordnungen dem Gedächtnis entschwunden sind oder überhaupt nie eingeprägt wurden. Die Zeit der Antwortsreaktion dort zu messen, wo wir die Antwort nicht wissen, hat keinen Sinn.

In ganz ähnlicher Weise lösen sich nun die Schwierigkeiten der übrigen Fälle, die wir früher hervorgehoben haben [1]); besonders die Gruppen VI und X in ihrem Verhältnis zu V und IX sind typische Zeugen für die Notwendigkeit, den geheimnisvollen Apperceptionsakt in ein Gefüge von Associationen aufzulösen. Die Apperceptionstheorie war ja völlig unfähig zu erklären, weshalb eine Urteilsbildung, ein subjektives Entscheidungsurteil dadurch so erheblich verkürzt wird, dass die der Entscheidung unterliegenden Begriffe zugleich mit einer grösseren Menge koordinierten Vorstellungsmaterials vorher aufgezählt werden. Sie musste annehmen, dass der einheit-

---

[1]) Oben S. 119.

liche Apperceptionsakt, der in solcher Entscheidung wirksam ist, erst dann einsetzt, sobald das Material, aus dem er wählen soll, fertig vorliegt. Weshalb er seine Wahl gerade so und nicht anders trifft, besonders wo er die dazu nötigen Kenntnisse hernimmt, bleibt ja auch dann ein Mysterium; aber keinenfalls lässt sich erwarten, dass dieser Akt in seinem Tempo beschleunigt wird, wenn die Objekte zufällig vorher schon einmal erwähnt werden. Der Apperceptionsakt wäre in beiden Fällen derselbe, denn die Aufmerksamkeit ist ja in beiden Fällen gleichmässig angespannt.

Die Associationstheorie wird dagegen zuerst die nüchterne Vorfrage erledigen, worin denn eigentlich, unter den Bedingungen des Experimentes, jene Urteilsentscheidung besteht. Die gestellten Fragen begannen, wie erinnerlich, etwa: was ist grösser, schöner, kleiner, älter, schwerer, bedeutender u. s. w., und dann wurden zwei Namen, zwei Gegenstände, zwei Begriffe genannt, zwischen denen unter dem Gesichtspunkt jener Frage die Wahl getroffen wird; sobald die Wahl vollzogen, wird so schnell wie möglich das bevorzugte Wort ausgesprochen und gleichzeitig reagiert. Dass unter der experimentellen Bedingung, die Entscheidung so schnell wie möglich zu treffen, von einer erschöpfenden Erledigung des in der Frage aufgeworfenen Problems nicht die Rede sein kann, das versteht sich von selbst. Aber selbst wenn solche wohlerwogene Entscheidung möglich, so würde offenbar auch sie in nichts weiter bestehen, als in der durch mannigfache associative Zwischenglieder vermittelten Hervorrufung bestimmter Innervationsgefühle. Die Wahl ist innerlich erfolgt oder vielmehr wir sind uns der vollzogenen Wahl bewusst, wenn wir das bevorzugte Wort mit Muskelempfindungen komplexer Art verbinden. Es ist, als ob wir alle unsere Sinnesorgane durch Muskelthätigkeit der Stelle zuwenden, an der wir das Wort innerlich sehen, hören, fühlen; es ist, als ob wir mit allen Sinnen es ergreifen und mit gesteigerter Muskelspannung uns ihm zuwenden wollen, was sekundär

wieder zur Folge hat, dass alle Sinne es deutlicher, klarer, stärker wahrnehmen, als hätte es eine psychische Accentuation erhalten, durch welche das andere Wort, von dem wir uns abwenden, völlig zurücktritt, schwächer wird, verschwimmt. Motorische Elemente sind es also, welche psychophysisch diese Entscheidung konstituieren.

Diese Elemente werden nicht stets jene Intensität annehmen, bei der die gesamte Ichvorstellung erregt wird und sich mit den motorischen Faktoren der bevorzugten Vorstellung verbindet; eine leise Verstärkung in der Innervation der Augenmuskeln nach dem Prinzip der wachsenden Antagonistenspannung oder die Vorstellung einer Extremitätenbewegung nach dem bestimmten Punkt wird oft schon genügen.

Ist die Zeit für den Prozess unbegrenzt, so wird diese entscheidende Zuwendungsbewegung selbstverständlich das Resultat mannigfacher Associationsprozesse sein, die teils in Urteilsbildungen die gegebenen Worte zu Mittelpunkten immer umfassenderer Gesamtvorstellungen machen, teils in lockerer Aneinanderfügung objektive und subjektive Beziehungselemente hervorrufen, derart, dass gewissermassen zwei Parteien psychischer Inhalte entstehen, deren jede, für sich allein, hinreichende Ursache wäre, um die Entscheidungsbewegung nach ihrer Seite hinzulenken, die aber beide zusammen sich so lange hemmen und in ihrem Bewegungserfolg aufheben, bis unter den Associationen solche auftauchen, die der einen Partei zum Uebergewicht verhelfen.

Nun findet dieser ganze Vorgang statt unter dem Zwange der vorher eingeprägten Vorstellung, es soll die Entscheidung so schnell wie möglich getroffen werden, d. h. es sind von vornherein die Innervationen so abgepasst, dass bei dem geringsten Uebergewicht der einen Partei die entscheidende Bewegung sofort sich auslöst. Es kann also nicht gewartet werden, bis beide Parteien mit ihrem gesamten Heerkörper von Associationen aufmarschiert sind, sondern der Sieg soll

entschieden sein, sobald nur einen Augenblick die eine Seite besser zu stehen scheint. So kommt es, dass bei den Versuchen häufig mit einer Entscheidung reagiert wurde, die bei längerer Besinnung nie hätte aufrecht erhalten werden können, ja, dass noch während der Reaktion die Ueberzeugung auftauchte, wie falsch die Entscheidung gewesen, und dennoch hatte keiner das Gefühl, dass die falsche Entscheidung eine zufällige oder gar unbeabsichtigte war; sie war nur eben auf Grund des nächstliegenden Associationsmateriales erfolgt und musste nun durch die weiter herandrängenden Associationen bestätigt oder umgestossen werden. Nur so ist es ja auch verständlich, dass hier die tiefsten Fragen mit so beneidenswerter Geschwindigkeit beantwortet werden konnten.

Hat man sich aber einmal überzeugt, dass es sich bei solcher Entscheidung nicht um einheitliche Apperceptionsakte handelt, sondern um die psychophysische Miterregung von Associationen und deren Innervationsentladung, so ist es selbstverständlich, dass dieser Vorgang erheblich dadurch abgekürzt werden kann, dass die zur Wahl gestellten Vorstellungen schon kurz vorher unter anderen erwähnt werden. Solche Erwähnung muss ja ihre psychophysische Wirkung haben, so wenig auch die Aufmerksamkeit sich ihrem Gegenstand zuwendet und wenn selbst bis zu einer bewussten Aneignung es gar nicht kommt. Trotz alledem muss sie nicht nur die centrale akustische Reizung hervorrufen, sondern auf ihre Associationsbahnen, wenn auch noch so schwach, überfliessen und dadurch bei erneutem Anstoss die associativen Erregungen in hohem Masse begünstigen. Besteht die Entscheidung in einem apperceptiven Akt des Bewusstseins, so ist die vorherige Erwähnung für die Dauer dieses Aktes indifferent; besteht sie aber in der Erregung der psychophysischen Associationen, so ist die vorherige Erwähnung nicht mehr und nicht weniger als die Vorwegnahme eines Teiles von diesem associativen Prozess, so dass der restierende Teil erheblich geringere Zeit wird

in Anspruch nehmen müssen. Die Ziffern unserer Versuche sprechen da eine deutliche Sprache.

Interessanter und noch überzeugender ist es, in die Struktur der weiteren Fälle einzudringen, die wir oben[1]) vom Standpunkt der Apperceptionstheorie beleuchtet; aber gerade bei diesen komplexeren Urteilsformen sind die Ergebnisse unter dem Gesichtspunkt der Associationstheorie so klar und selbstverständlich, dass es nach den vorangegangenen theoretischen Ausführungen des praktischen Hinweises kaum mehr bedarf. Hier, wo Beziehungsurteile und Entscheidungsurteile, ja sogar drei Urteilsformen in einem Reaktionsversuch vereinigt waren, musste ein Vergleich der erhaltenen Resultate mit denjenigen Resultaten, die durch Addition aus den Einzelurteilen berechnet wurden, sofort zur Entscheidung führen, ob wirklich bei zusammengesetzten Gedankenprozessen ein Urteilsakt, wie die Apperceptionstheorie fordert, auf den anderen folgt. Wir fanden die berechneten Werte thatsächlich viel zu gross; von einer Succession der Akte kann somit keine Rede sein, der zweite Akt muss einsetzen, ehe der erste vollendet; und ehe das Resultat des ersten wirklich bewusst angeeignet ist, hat vielleicht schon der dritte Akt begonnen.

Die Associationstheorie, welche das percipierende Bewusstsein zum starren unthätigen Zuschauer macht, der von den Resultaten der Gehirnprozesse Kenntnis nimmt, ohne selbst thätig einzugreifen, wäre geschlagen, wenn die Zahlenresultate wirklich für eine so mechanisch gedachte, zeitliche Aufeinanderfolge der Urteile sprächen, als wäre unser Bewusstsein eine Maschine, die immer ein Stück nach dem anderen abarbeitet und mit dem zweiten nichts zu thun hat, so lange sie mit dem ersten nicht fertig ist. Unser psychophysischer Apparat ist unendlich reicher; die Zahlen zeigen es, wie die Vorarbeiten des zweiten Urteils schon beginnen, während das erste abläuft, sie zeigen, wie in den niederen Centren und in

[1]) S. 120 ff.

der Rinde associative Ergänzungen und Hemmungen in unendlicher Mannigfaltigkeit sich gleichzeitig abspielen, und längst der neue Prozess von dem früheren physiologisch ausgelöst wird, ehe das Resultat des ersteren bewusst appercipiert wird.

Die psychophysischen Akte schieben sich ineinander und decken sich zeitlich, wie es nicht anders denkbar ist, wenn man im geistigen Leben ein unendliches Gefüge associativer Erregungen sieht, während das unmöglich ist, wenn man in ihm glaubt die Leistungen einer einzigen Apperception erblicken zu müssen. Wo bliebe der Reichtum unseres seelischen Lebens, wo bliebe die Versabilität in unserem Reden und Schreiben, Bewegen und Schaffen, wenn wirklich der Reiz, auf den mit urteilsgemässer Thätigkeit reagiert wird, stets vorher ins Bewusstsein dringen muss; wir können die Antwort innervieren, noch ehe wir die Frage uns psychisch ganz angeeignet, wir können einen Gedanken aussprechen, noch ehe er in unser Bewusstsein gedrungen, wir können die Erregungen unseres Inneren niederschreiben, ohne sie früher als das Schriftbild wahrzunehmen, wir können immer neue Vorstellungen, immer neue Urteile, immer neue Gedanken erzeugen, ohne jedesmal abzuwarten, dass die Vorgänger sich dem Bewusstsein gemeldet haben. Auf hunderttausend zuführenden Wegen bringt jeder Moment uns Reize zum Centralapparat, auf Millionen Leitungsbahnen lösen sie Erregungen aus, ergänzen sich, hemmen sich, schaffen und wirken und lassen auf ungezählten Wegen ihre Bewegungsimpulse zu den Muskeln gehen, um in den Spannungen unserer Sinnesorgane, in den Leistungen unseres Sprachapparates, in den Arbeiten unserer Glieder unbegrenzte Wirkung auf die Aussenwelt und rückwirkend auf uns selber auszuüben. Müsste unser Bewusstsein dem allem zuschauen, so würden in der unendlichen Fülle die festen Anhaltepunkte ihm fehlen, während in Wahrheit es nur jene Hauptvorgänge zu sehen bekommt; müsste unser Bewusstsein aber gar, wie die Apperceptionstheorie es fordert,

das alles selbständig durcharbeiten, jede, bei nachträglicher Zerlegung uns logisch erscheinende Verbindung aus eigener Kraft produzieren und eine stets nach der anderen erledigen, so würde es Jahrzehnte zu dem gebrauchen, was unser Gehirn oft in einer Stunde leistet.

Wer sich mit oberflächlichen Schlagworten begnügt, nennt derlei Materialismus. Wer tiefer geht, weiss, dass eine solche Spezialuntersuchung der Psychophysik mit der allgemeinen Weltanschauung nichts, absolut nichts zu schaffen hat und dass es vielleicht keine Weltanschauung gibt, die so unmöglich ist und durch die nächstliegenden erkenntnistheoretischen Erwägungen so gründlich beseitigt wird als der Materialismus. Auf dem Boden idealistischer Philosophie kommt aber notwendig die physiologisch-psychologische Spezialuntersuchung zu der Frage, wie diejenigen psychischen Inhalte, welche auf ein hypothetisches Seelensubstrat bezogen werden, am zweckmässigsten in Verbindung zu bringen sind mit denjenigen psychischen Erfahrungen, die aus psychologischen Gründen auf ein nur in den Lageverhältnissen veränderlich gedachtes hypothetisches Materiensubstrat bezogen werden müssen. Aus methodologischen Gründen ist nun widerspruchsloser mit den Erfahrungen diejenige Anschauung zu vereinigen, welche die ersteren abhängig denkt von den letzteren, die auf die Seele bezogenen abhängig von den auf die räumliche Substanz bezogenen psychischen Erscheinungen. Wer diese Lösung materialistisch nennt, hat allerdings recht, die oben entwickelten Anschauungen als materialistisch zu charakterisieren; er muss aber, wenn sein Blick nicht durch metaphysische Dogmen getrübt ist, offen hinzufügen: die Psychophysik wird in diesem Sinne materialistisch sein, oder sie wird überhaupt nicht sein.

Beiträge

zur

Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg.

HEFT 2.

Inhalt

Zeitsinn. — Schwankungen der Aufmerksamkeit. — Augenmass. —
Raumsinn des Ohres.



FREIBURG I. B. 1889.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR

(PAUL SIEBECK).

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Inhalt.

Der Zeitsinn.

I.

Die Frage nach den Eigentümlichkeiten unserer normalen Zeitauffassung ist durch die scheinbar so überraschenden Ergebnisse der neueren Untersuchungen in ein Stadium getreten, in welchem sie ein ungewöhnliches prinzipielles Interesse beansprucht. Man war davon ausgegangen, die Genauigkeit zu prüfen, mit der wir Zeitgrössen schätzen, ähnlich, wie es Augenmassuntersuchungen bezüglich der Raumgrössen gethan. Man fand aber bald, dass nicht allein die Unterschiedsempfindlichkeit, die sich in den variablen Fehlern der Schätzung aussprach, sondern dass daneben auch konstante Fehler der Ueberschätzung und Unterschätzung zu berücksichtigen sind, und schliesslich stellte sich heraus, dass diese Fehler bei wachsenden Grössen einem periodischen Wechsel unterliegen, der nur aus den rhythmischen Funktionen des Bewusstseins erklärbar scheint. Die Tragweite dieser Entdeckung und ihrer Deutung ist leicht zu übersehen. Jeder Versuch, periodische Funktionen des Bewusstseins zur Erklärung seelischer Erscheinungen herbeizuziehen, geht aus von der Trennung zwischen dem Bewusstsein und dem Bewusstseinsinhalt. Letzterer ist psychophysisch erklärbar: jeder Veränderung des Bewusstseinsinhaltes geht eine Veränderung des physiologischen Substrates parallel, das Bewusstsein dagegen ist die physisch unbedingte Grundvoraussetzung des Seins überhaupt. Jede Veränderung des Be-

wusstseins als solche ist also psychophysisch unerklärbar und gehört völlig einer spiritualistischen Metaphysik an, der zuzustimmen gleichbedeutend ist mit einem Verzicht auf eine konsequente psychophysische Theorie. Es gilt also, wenigstens sich umzusehen, ob die Thatsachen wirklich derart sind, dass sie notwendig durch eine rhythmische Veränderung des Bewusstseins selbst erklärt werden müssen und durch psychophysisch verständliche Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes nicht erklärt werden können; es gilt, unter diesem Gesichtspunkt nicht nur die bisher gewonnenen Resultate durchzumustern, sondern vor allem neue Versuche anzustellen, zugespitzt auf die Frage hin, ob die Eigentümlichkeiten der Zeitauffassung wirklich dem Wesen des Bewusstseins oder aber dem physisch bedingten Empfindungsinhalt zuzuschreiben sind.

Eine Durchsicht der älteren Arbeiten ist somit unerlässlich. Nun würde dieselbe sich am natürlichsten von vornherein darauf beschränken, die letzten Untersuchungen in Betracht zu ziehen, da durch die neueren Arbeiten die älteren überholt und entwertet zu sein pflegen. In diesem Falle aber liegt die Sache anders. Wenn von zwei Arbeiten die zweite zu anderen Resultaten kommt als die erste, ohne dass die Abweichungen eine Erklärung finden, so liegt gar kein Grund zu der Annahme vor, dass die zweite Arbeit recht hat und die erste unrecht; es wird vielmehr zu prüfen bleiben, ob nicht in gewissem Sinne beide recht, in anderem Sinne beide unrecht haben. In der That haben die verschiedenen Untersuchungen über den Zeitsinn zu sehr differierenden Ergebnissen geführt, und die Behauptung, dass gerade die neuesten im Recht sind, die früheren falsch waren, ist offenbar unbegründet, so lange für die älteren Resultate keine Erklärung gefunden ist. Die viel näher liegende Annahme ist jedenfalls die, dass alle Ergebnisse richtig sind, die Verschiedenheiten der Ergebnisse aber von solchen Faktoren der Versuche herstammen, die unberücksichtigt blieben,

und deren Veränderung daher vernachlässigt wurde, kurz, dass die Versuche und ihre Deutungen einer durchgreifenden Revision bedürfen, weil sie einige wesentliche Faktoren übersahen, bei deren Berücksichtigung sich sowohl die Differenzen der Versuche als auch die gesamten Eigentümlichkeiten der Zeitauffassung vielleicht als notwendig ergeben. Wir müssen also die bisherige Diskussion zunächst rein historisch verfolgen, ohne schon jetzt kritisch auf die Grundlagen der einzelnen Versuche einzugehen.

Selbstverständlich kommt uns dabei nicht die psychologisch-metaphysische Erörterung über die Zeitauffassung in Betracht, die ja in unserem Jahrhundert so recht im Mittelpunkt erkenntnistheoretischer Philosophie steht und in kantischem oder antikantischem Geist von ungezählten Philosophen gefördert wurde, abgestimmt im allgemeinen auf den Grundton, dass das Nacheinander der Vorstellungen noch nicht die Vorstellung des Nacheinanders ist. Aber gleichviel, ob die eine Partei recht hat oder die andere, ob die Zeit die Anschauungsform ist, in welche die Eindrücke sich ordnen, ob sie mit den Eindrücken entsteht oder nach denselben, alles das berührt nicht die rein empirische Frage, mit welcher Genauigkeit wir Zeitgrössen schätzen. Nur die Untersuchung dieses begrenzten Problemes hat uns in unserem litterarischen Rückblick zu beschäftigen.

Die erste Anregung zu experimenteller Prüfung des Zeitsinnes ging von Czermak[1]) aus. Er verlangt, um die Feinheit des Zeitsinnes zu prüfen, dass zunächst das kleinste zwischen zwei Eindrücken noch wahrnehmbare Zeitintervall gemessen werden soll. Von besonderer Wichtigkeit wäre es, des weiteren zu „ermitteln, ob nicht etwa dasselbe objektive Zeitintervall, durch verschiedene Organe zur Wahrnehmung gebracht, verschieden lang erscheine, und wie gross die

[1]) Czermak, Ideen zu einer Lehre vom Zeitsinn. In Moleschotts Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. 5. Heft 1. 1858.

Differenzen objektiver Zeitintervalle sein müssen, wenn diese letzteren als verschieden erkannt werden sollen, wobei die absoluten und relativen Grössen dieser Differenzen zu berücksichtigen wären". Seine weiteren Anregungen in jenem Aufsatz beziehen sich auf die Wahrnehmung von Bewegungen. Versuche hat er selbst nicht angestellt.

Die experimentelle Prüfung begannen dann in den sechziger Jahren, gleichzeitig aber völlig unabhängig von einander, einerseits Mach in Graz, andererseits Vierordt in Tübingen; letzterem assistierte Höring.

Mach[1]) untersuchte die Zeitschätzung so, dass er zwei ungleiche Zeitintervalle herstellte und dieselben dann als merklich verschieden feststellte, wenn unter vier Fällen mindestens dreimal die Verschiedenheit wahrgenommen wurde; die Zeitgrössen wurden durch kurze Schallstösse abgegrenzt, die zuerst durch ein Metronom, später durch einen besonderen Pendelapparat und freihändige Hammerschläge erzeugt wurden. Als die am meisten sichergestellten Resultate seiner Versuche betrachtet Mach nun die folgenden Thatsachen. Erstens bleibt das Verhältnis des eben merklichen Zeitzuwachses zur gegebenen Zeit für die verschiedenen Grössen nicht konstant, das Webersche Gesetz hat also für den Zeitsinn keine Gültigkeit. Zweitens wächst dieses Verhältnis nicht etwa proportional den Zeitgrössen, sondern die durch jenes Verhältnis messbare Empfindlichkeit erreicht bei etwa 0,4 Sekunden ihr Maximum und nimmt mit der Vergrösserung und Verkleinerung der Zeit rasch ab. Einen konstanten Schätzungsfehler hat Mach nicht gefunden. Seine Versuche umfassen die Zeitstrecken von 0,016 bis 15,0 Sekunden.

Höring[2]), der auch mit dem Metronom, und zwar nach der Methode der richtigen und falschen Fälle, experimentierte,

---

[1]) Mach, Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres. In Sitzungsberichten der Wiener Akademie. Math.-Nat. Kl. Bd. 51. Abth. 2. 1865.

[2]) Höring, Versuche über das Unterscheidungsvermögen des Hörsinns für Zeitgrössen. Tübingen 1864.

machte zuerst einen Unterschied zwischen dem konstanten Fehler und dem nach Kompensation desselben übrig bleibenden variablen Fehler, welcher allein ein Mass der Unterschiedsempfindlichkeit sein darf. Bezüglich des konstanten Fehlers fand er, dass die gegenüber der Hauptzeit längeren Vergleichszeiten bei geringerer Differenz richtig geschätzt werden als die kürzeren, wenn es sich um 42 bis 132 Metronomschläge in der Minute handelt, umgekehrt aber bei 164 und 196 Schlägen; mit anderen Worten, wir überschätzen Zeitgrössen von weniger als 0,5 Sekunden, unterschätzen dagegen die grösseren. Wird dieser Fehler den Berechnungen gemäss ausgeglichen, so ergibt sich, dass die Unterschiedsempfindlichkeit am grössten ist bei den kleinsten Zeiten, das Webersche Gesetz also zwar nicht gilt, dagegen auch kein Anwachsen und Abnehmen vorliegt, sondern das Verhältnis des eben merkbaren Reizzuwachses zum Reiz stetig mit der Reizgrösse zunimmt. Ueberdies wächst die Prozentzahl der richtigen Entscheidungen ungefähr proportional mit der Prozentdifferenz der zwei zu vergleichenden Zeiten.

Die grundlegende und umfangreiche Darstellung, welche Vierordt dem Gegenstand gewidmet hat [1]), stützt sich auf Versuche mannigfacher Art. Er berücksichtigt neben dem Gehörsinn auch den Tastsinn, vergleicht nicht nur zwei gegebene Zeitgrössen, sondern stellt auch durch willkürliche Reproduktion die zweite Zeitgrösse selbst her, bald mit, bald ohne Zwischenpause; daneben untersucht er die Zeitschätzung bei periodischen Eindrücken und schliesslich die Wahrnehmung von Geschwindigkeiten. Die Resultate der für uns in Betracht kommenden Versuche gehen dahin, dass unsere Zeitempfindungen einem konstanten Fehler unterworfen sind, der sich in sämtlichen Sinnesgebieten ohne Ausnahme geltend macht: kleine Zeiten empfinden wir durchschnittlich grösser, grössere dagegen kleiner, als sie wirklich sind. Der

[1]) Vierordt, Der Zeitsinn. Tübingen 1868.

zwischen dem Bereich des positiven und des negativen Fehlers liegende Indifferenzpunkt ist aber kein feststehender; er ist bei verschiedenen Individuen verschieden, variiert bei demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten und hängt ausserdem von dem in Anspruch genommenen Sinnesgebiet ab; für das Gehör liegt er meist um 3 Sekunden. Liegt zwichen der Empfindung und ihrer Reproduktion ein auch nur kleiner Zwischenraum, so nimmt der Indifferenzpunkt einen höheren Zeitwert an.

Der aus den einzelnen variablen Fehlern genommene, in Prozenten ausgedrückte mittlere Fehler gehorcht folgendem Gesetz: er nimmt zuerst mit Zunahme der objektiven Zeit stetig ab, erreicht ein Minimum etwa bei anderthalb Sekunden, steigt sodann wieder, anfangs rasch, später langsam und scheint schliesslich einen annähernd konstanten Wert anzunehmen.

Gegen die von Vierordt mehrfach verwertete Methode der richtigen und falschen Fälle wandte sich Wundt, zunächst in einer allgemeinen Studie über die psychologischen Methoden [1]. Gerade in der Gegend des Indifferenzpunktes ergab sich ihm der Zeitsinn als so ausserordentlich fein, dass man den Apparaten eine sehr grosse Genauigkeit geben müsste, um den Ansprüchen der Methode zu genügen. Letzteres ist aber in diesem Falle deshalb schwierig, weil die Variation des Zeitintervalls durch Einstellung von seiten eines Beobachters geschehen muss und dieser nun Fehler begehen kann, deren Folgen im Verhältnis zu den Zeitdifferenzen nicht unbeträchtlich sein mögen, so dass man unsicher bleibt, wie weit die Resultate durch diese Variationen der Einstellung, wie weit durch den Zeitsinn bedingt werden.

Unter Wundts Leitung übernahm zunächst Kollert [2]) eine

---

[1]) Wundts Philosophische Studien. Bd. I. S. 13.

[2]) Kollert, Untersuchungen über den Zeitsinn. In Wundts Phil. Stud. Bd. I. S. 79 ff.

erneute Untersuchung des Problems. Die Versuche wurden sämtlich nach der Methode der eben merklichen Unterschiede ausgeführt, zur Erzeugung der Normalzeit und der Vergleichszeit wurden zwei Metronome benutzt; zwischen beiden Intervallen lag stets eine Pause, die der Normalzeit gleich war. Der Indifferenzpunkt, unter dem die Grössen überschätzt, und über dem sie unterschätzt wurden, lag für alle Beobachter etwa bei 0,7—0,8 Sekunden. An diesem Indifferenzpunkt liegt gleichzeitig das Maximum der Unterschiedsempfindlichkeit: dieselbe nimmt nach der Seite der kleineren Zeiten hin rasch, nach der Seite der grösseren Zeiten dagegen langsamer ab. Diese Resultate sind nun aber erst gewonnen, nachdem etwa ein Viertel sämtlicher Versuche, deren Ergebnisse in augenfälliger Weise von der Mehrheit abwichen, einfach ausgesondert sind; in einem Viertel der Versuche — Kollert nennt sie anomal — lag nämlich dort, wo bei den „normalen" Versuchen der Indifferenzpunkt war, geradezu ein Maximum des konstanten Fehlers. Kollert sagt: „Was das Vorkommen der anomalen Versuche überhaupt betrifft, so sind im allgemeinen gewisse Beobachtungstage vorwiegend davon betroffen, es treten jedoch auch in sonst ganz normal verlaufenden Beobachtungsreihen plötzlich in völlig unregelmässiger Weise solche auf. Es ist mir nicht möglich, eine Erklärung für diese Anomalieen zu geben."

In einer seine früheren Untersuchungen energisch verteidigenden Erörterung antwortete Vierordt [1]) auf Wundts und Kollerts Einwürfe; vor allem betont er, dass die Methode der eben merklichen Unterschiede für den Zeitsinn insofern bedenklich ist, als solche Versuche eine wirklich vorurteilslose Beobachtung unmöglich machen, ja dass überhaupt nicht diejenige psychophysische Methode die beste ist, bei

---

[1]) Vierordt, Psychophysische Bemerkungen. In Zeitschrift für Biologie. Bd. 18. S. 397 ff.

welcher möglichst kleine Unterschiede der Sinnesreize noch bemerkt werden, sondern diejenige, bei der am gewissenhaftesten für die absolute Voraussetzungslosigkeit der Versuchspersonen gesorgt ist.

Die Methode der eben merklichen Unterschiede blieb trotzdem auch für die nächstfolgenden Arbeiten bevorzugt. Hatte Kollert nur Grössen unter anderthalb Sekunden berücksichtigt, so untersuchte nunmehr Estel[1]) die Zeitgrössen von anderthalb bis acht Sekunden, und zwar sowohl, wenn zwischen Normalzeit und Vergleichszeit eine der Normalzeit gleiche Zwischenpause war, als auch, wenn der Schluss der Normalzeit zugleich Anfang der Vergleichszeit war. Die Zeiten wurden zuerst durch Glockenklang, dann durch Hammerschläge abgegrenzt, die mittels des von Wundt konstruierten Zeitsinnapparates elektrisch ausgelöst wurden. Letzterer besteht in einem, durch ein Uhrwerk bewegten, durch Windflügel in seiner Geschwindigkeit regulierten horizontalen Drehrad, das mit einem vorspringenden Metallzahn versehen ist; werden nun an dem graduierten Kreis, über welchen der Zahn sich in gleichmässiger Geschwindigkeit fortbewegt, in bestimmten variierbaren Entfernungen kleine Auslöseapparate angebracht, die beim Eingreifen des Zahnes eine elektrische Leitung schliessen, so können elektromagnetische Hammerschläge in genau berechenbaren Intervallen hervorgebracht werden. Auch Estel unterscheidet den konstanten Fehler von dem variablen. Der konstante hat für die von ihm untersuchten Zeitgrössen negativen Wert, alle Zeiten von anderthalb bis acht Sekunden werden unterschätzt; der Unterschätzungsfehler nimmt aber nicht stetig zu, sondern beschreibt eine komplizierte Kurve, insofern er bei allen Multiplen des Indifferenzpunktes von 0,75 Sekunden, also bei 1,5, 2,25, 3,0, 3,75, 4,5 Sekunden relative

[1]) Estel, Neue Versuche über den Zeitsinn. In Wundts Phil. Stud. Bd. 2. S. 37 ff.

Minimalwerte erreicht. Für eben diese Zeitgrössen ist somit die Zeitschätzung verhältnismässig am genauesten. Auch Estel sieht sich genötigt, seine Versuche in normale und anomale zu trennen, vermag aber es wahrscheinlich zu machen, dass die Anomalieen Resultate „rein psychischen“ Kontrastes sind, die zeitweilige Verschiebung der Genauigkeitsmaximalpunkte also dadurch bedingt ist, dass, wenn wir mehrere kleine Zeiten beobachtet, wir später die grösseren noch überschätzen und umgekehrt. Bezüglich des variablen Fehlers und der in demselben ausgesprochenen Unterschiedsempfindlichkeit kommt Estel zu dem Resultat, dass „das Webersche Gesetz für den Zeitsinn keine Gültigkeit“ hat; die relative Unterschiedsschwelle ist vielmehr auch eine Funktion des Indifferenzwertes, insofern auch sie bei den Multiplen von 0,75 Sekunden die kleinsten Werte annimmt.

Fechner, der schon früher gelegentlich auf Grund der Vierordtschen und Kollertschen Versuche die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für den Zeitsinn glaubte annehmen zu können, wandte sich nun in besonderer Schrift [1]) gegen die Estelsche Arbeit, um deren Resultat nicht nur als unbewiesen, sondern als falsch zu charakterisieren. Ohne selbst neue Versuche anzustellen, suchte er aus den Estelschen Experimenten den Nachweis zu erbringen, dass alle jene Schwankungen, welche auf Periodizität des konstanten wie des variablen Fehlers hatten schliessen lassen, weit entfernt, der Ausdruck eines gesetzlichen Ganges zu sein, lediglich zufällige Abweichungen darstellen, welche die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes nicht umstossen. Im Gegenteil, durch alle Zufälligkeiten hindurch, meint Fechner, macht sich das Webersche Gesetz doch darin geltend, dass der Fortschritt der Zeitgrössen immer wieder zu Werten der relativen Unterschiedsempfindlichkeit zurückführt, welche mit früheren ganz

[1]) Fechner, Ueber die Frage des Weberschen Gesetzes und Periodizitätsgesetzes im Gebiet des Zeitsinns. Leipzig 1884.

oder nahe übereinstimmen, so dass die Konstanz derselben eben nur unregelmässig gestört scheint, und wenn diese verschiedenen Gleichheitsfälle selbst nicht vollständig unter einander stimmen, so weichen sie doch auch nicht weiter von einander ab, als nach den Unregelmässigkeiten der ganzen Reihe durch Zufälligkeiten erklärbar bleibt. Was aber den konstanten mittleren Schätzungsfehler betrifft, so glaubt Fechner durch Berechnung nach anderer Methode denselben als so klein hinstellen zu dürfen, dass er durch die zufälligen Beobachtungsfehler so gut wie ganz überwuchert zu werden scheint, und der Versuch, ihn genau zu verfolgen, somit vergeblich wäre.

Dem gegenüber glaubte Mehner [1]), das ganze Gebiet des Zeitsinns einer erneuten Untersuchung unterziehen zu müssen; er benutzte den von Estel verwerteten Apparat und ging ebenfalls nach der Methode der Minimaländerungen vor. Während nun Estel zu dem Ergebnis kam, dass erstens die Schätzungsdifferenz bei Zeiten über 0,7 Sekunden stets negativ ist und dass dieselbe zweitens bei sämtlichen Vielfachen dieser Indifferenzzeit relative Minima erreicht, findet Mehner, dass die Schätzungsdifferenz von 0,7—5 Sekunden allerdings negativ, von 5—12 Sekunden aber positiv ist und dass sie ausserdem ihr absolutes oder relatives Minimum nicht bei allen, sondern nur bei den ungeraden Multiplen von 0,71 erreicht, dagegen bei den geraden Multiplen, bei 1,5, 2,8, 4,2, 6, 8,5, 10, relative Maximalwerte annimmt. In ähnlicher Weise ist auch die Unterschiedsempfindlichkeit für Zeitgrössen nach Mehner zwar eine periodische Funktion der Indifferenzzeit 0,71, aber auch sie ist am genauesten bei den ungeraden Vielfachen, am ungenauesten bei den geraden Vielfachen dieser Zeit. Das Webersche Gesetz hat also im Gebiet des Zeitsinns keine Gültigkeit. Von 7,1 Sekunden an

[1]) Mehner, Zur Lehre vom Zeitsinn. In Wundts Phil. Stud. Bd. II. S. 546 ff.

dagegen bleibt die mittlere Unterschiedsempfindlichkeit konstant, für relativ grosse Zeiten scheint sich das Webersche Gesetz also Geltung zu verschaffen. Den von Fechner gerügten Fehler der Zeitlage bei den Versuchen hält Mehner für uneliminierbar, da, wenn wir die variable Vergleichszeit als erste angeben, unserem Bewusstsein die Veränderung der Anordnung unmerkbar ist; stets wird die zweite Zeit an der ersten gemessen. Die mannigfachen Abweichungen seiner Resultate von denen Vierordts und Estels glaubt Mehner der geringeren Uebung der betreffenden Versuchspersonen zuschreiben zu können.

Noch einmal suchte Fechner [1]), Missverständnisse zu beseitigen und vor allem Estels Replik zu entkräften, ohne seine eigenen Anschauungen zu verändern. Neue Versuche aber wurden erst von Glass geboten.

Glass [2]) hielt die Begründung des Mehnerschen Periodizitätsgesetzes für zu unsicher und glaubte die Frage noch einmal auf Grund sehr viel umfangreicheren Materiales aufnehmen zu müssen. Unter Verwertung des Wundtschen Zeitsinnapparates bevorzugte Glass mit Recht die eigentlich am nächsten liegende Methode der mittleren Fehler. Durch zwei elektrisch ausgelöste Hammerschläge wird eine Zeitgrösse abgegrenzt, und sobald der Beobachter die gleiche Zeit abgeflossen glaubt, arretiert er mittels eines Hebels das Uhrwerk, das sofort still steht, und aus dessen Stand bequem die objektiv verflossene Zeit berechnet werden kann. Die Differenz zwischen der Normalzeit und dem Durchschnittswert der reproduzierten Zeiten gibt dann den konstanten Fehler, die mittlere Abweichung der einzelnen reproduzierten Zeiten von jenem Durchschnittswert bildet den variablen Fehler, welcher der Unterschiedsempfindlichkeit umgekehrt propor-

---

[1]) Fechner, In Sachen des Zeitsinns. In Wundts Phil. Stud. Bd. III. S. 1 ff.

[2]) Glass, Kritisches und Experimentelles über den Zeitsinn. In Wundts Phil. Stud. Bd. IV. S. 423.

tional ist. Auch bei Glass zeigt nun der konstante Fehler auffallende Schwankungen, aber dieselben haben mit Mehners Periodizitätsgesetz nichts zu thun. Diejenigen Zeiten, welche, verglichen mit ihren Nachbarzeiten, am treuesten reproduziert, d. h. am wenigsten verkürzt werden, stehen durchschnittlich um 1,25 Sekunden von einander ab, also 1,25, 2,5, 3,75 bis 12,5, 13,75, 15 Sekunden. Zwischen diesen Punkten liegen Strecken geringerer Schätzungsgenauigkeit, die das relative Minimum der Reproduktionstreue zwar ungefähr, aber durchaus nicht genau in der Mitte erreichen. Dass die Verkleinerung grosser Zeiten bei 5 Sekunden wieder in Vergrösserung umschlägt, wie Mehner gewollt hatte, trifft nach den Versuchen von Glass nicht zu. Bezüglich des Weberschen Gesetzes meint Glass, dass die Beobachtungsergebnisse in viel höherem Grade für seine volle Gültigkeit im Gebiet des Zeitsinns sprechen als gegen dieselbe. Das Webersche Gesetz muss nur als ein Idealgesetz aufgefasst werden, das in der Welt der Erscheinungen nicht in seiner vollen Reinheit zu Tage treten kann.

Ganz abseits von den bisher erwähnten Arbeiten bewegen sich die Untersuchungen über den Zeitsinn von Stevens[1]). Ein Metronom gab Taktschläge an, und die Versuchsperson musste einige Takte hindurch gleichzeitig mit den Schlägen den Rhythmus mit dem Finger angeben; dann wurde das Metronom angehalten, und der Finger sollte nun, während die Takte ein drittel bis anderthalb Sekunden gross waren, eine ganze Minute hindurch denselben Rhythmus weiter angeben. Dadurch, dass der Finger dabei auf einen Hebel drückte, der in Quecksilber tauchte, konnte ein elektrischer Stromkreis jedesmal unterbrochen werden, in welchen eine, auf rotierender Trommel schreibende Stimmgabel eingeschaltet war; aus den Wellenzahlen konnte somit genau die Grösse der Reproduktionszeiten gemessen werden, und

[1]) Stevens, On the time-sense. Mind Bd. XI. S. 393.

zwar wurde der Durchschnitt für die ersten fünf, die zweiten fünf Sekunden u. s. w. jedesmal besonders berechnet. Das Resultat war, dass für gewöhnlich 0,53 bis 0,87 Sekunden ziemlich genau reproduziert werden, kleinere Zeitgrössen als 0,53 dagegen verkleinert, grössere als 0,87 vergrössert werden, ein Resultat, das zahlenmässig den anderen Arbeiten offenbar genau entgegengesetzt ist. Es ist aber klar, dass zu einer Vergleichung auch nicht der geringste Anhaltspunkt vorliegt; unser taktmässiges Fingerbewegen ist besonders bei so kleinen Zeitgrössen und bei so häufiger Wiederholung eine so völlig eigengeartete Erscheinung, dass sie dem Problem des Zeitsinns, wie es sich historisch gestaltet hat, nicht so ohne weiteres untergeordnet werden darf. Ich kann es somit als Beneficium inventarii betrachten, wenn ich im folgenden von der Stevensschen Arbeit und ihrer Fragestellung ganz abstrahiere, wiewohl die Lösung, welche das Problem des Zeitsinns für uns gewinnen soll, schliesslich doch auf nahen Zusammenhang der rhythmischen Bewegungen mit jenem echten Zeitsinn hinweist.

II.

Das Resultat der bisherigen Untersuchungen lässt sich, wie der historische Ueberblick ergibt, somit in folgendem zusammenfassen. Der konstante Fehler der Zeitschätzung ist nach dem einen nur Produkt zufälliger Umstände, nach dem anderen aber Resultat gesetzmässiger Ueberschätzung resp. Unterschätzung, uud zwar werden dem einen zufolge Zeiten unter 3 Sekunden vergrössert, über 3 Sekunden verkleinert, einem anderen zufolge Zeiten unter $^{3}/_{4}$ Sekunden vergrössert, darüber verkleinert, oder dem dritten zufolge werden nicht nur die kleinen Zeiten, sondern auch die grossen über 5 Sekunden vergrössert. Die Unterschätzung führt nun zu relativen Maximalwerten, welche, wie der erste festgestellt hat, bei sämtlichen Multiplen von 0,7 Sekunden liegen, oder, wie

der zweite herausbekommen hat, bei den geradzahligen Multiplen von 0,7 Sekunden liegen, während bei den ungeradzahligen stets Minimalwerte zu treffen sind, oder, wie der dritte ermittelte, auf die Multiplen von 1,25 Sekunden fallen. Bezüglich des Weberschen Gesetzes aber kann als sichergestellt gelten, dass es entweder für den Zeitsinn gar keine Gültigkeit hat oder unbedingte Gültigkeit hat oder für die kleineren Zeiten gilt und nicht für die grösseren oder für die grossen, aber nicht für die kleinen.

Dass solch widerspruchsvolle Ergebnisse nicht befriedigen können, liegt auf der Hand; viel weniger leicht aber dürfte die Entscheidung sein, auf welchem Wege wir die Widersprüche und Schwierigkeiten beseitigen und überzeugende Resultate erlangen können.

Am nächstenliegend schien es mir natürlich, die Fragestellung und die Methode unverändert zu lassen und noch einmal im Sinne der früheren Experimentalreihen neue Versuche anzustellen. Aber das voraussichtliche Resultat konnte mich nicht locken. Entweder hätte dasselbe, sei es mit Mehner, sei es mit Glass, sei es mit Estel übereingestimmt; dann wäre das Problem dadurch um keinen Schritt vorwärts gebracht. Oder es hätte von den früheren Ergebnissen Abweichungen ergeben; dann müsste ich entweder in unwissenschaftlicher Ueberschätzung der eigenen Versuche mich an diese klammern und alle früheren, obgleich nach derselben Methode angestellt, als unglaubwürdig brandmarken, oder ich müsste die meinigen einfach neben die älteren Ergebnisse einreihen und würde dadurch die absurde Buntscheckigkeit der Resultate nur noch weiter gesteigert haben. Ein viertes Periodizitätsgesetz für den konstanten Fehler aufzustellen oder eine noch nicht bevorzugte Variation des Weberschen Gesetzes neben den vier schon vorhandenen herauszubekommen, dazu lag wahrlich kein Bedürfnis vor.

Ich glaubte deshalb einen anderen Weg einschlagen zu müssen, nämlich eine prinzipielle Erörterung des gesamten

Problems allem Experimentieren voranzuschicken. Nicht früher wollte ich die Versuche aufnehmen, als bis ich mir über die Grundlagen der Zeitsinnprüfung, über den Sinn der Fragestellung, über die Berechtigung der Methode, vor allem über die objektive Bedeutung der bisher gewonnenen Resultate vollständige Klarheit verschafft. Nur auf diese Weise konnte ich hoffen, sowohl die Widersprüche sich auflösen zu sehen, als auch für weitere Experimente zuverlässigere Bedingungen zu schaffen. In der That führte jede Erwägung mich immer wieder zu diesem theoretischen Anfangspunkt, über den man sich bisher so stillschweigend hinweggesetzt; man hat Zahlen gesammelt und angehäuft und niemand hat ernstlich gefragt, was die Zahlen bedeuten, was sie ihrer ganzen Entstehungsweise nach überhaupt besagen können.

Ich verdeutliche meine Bedenken vielleicht am besten, wenn ich auf ähnliche Experimente im Gebiete des Raumsinns hinweise. Setzen wir den Fall, es seien Stäbe von 10—100 cm Länge gegeben, es soll an ihnen die Genauigkeit des Raumsinnes studiert werden, derart, dass die gegebenen Strecken mit einem auseinanderschiebbaren Stab, der also beliebig verlängert und verkürzt werden kann, verglichen werden; sei es, dass nach der Methode der mittleren Fehler der verschiebbare Stab von der Versuchsperson dem gegebenen Stab von 10 oder 11 oder 12 cm u. s. w. gleichgemacht wird, sei es, dass nach der Methode der minimalen Aenderungen der Vergleichsstab so lange verlängert und verkürzt wird, bis er von den Normalstäben sich eben merklich unterscheidet. Vier Personen sollen diese Experimente unternehmen. Die erste Person leistet das Verlangte mittels Augenbewegungen, sie schätzt die Länge beider Stäbe mit den Augen. Die zweite Person schliesst die Augen, um die ganze Aufmerksamkeit den Handbewegungen zuzuwenden, mit denen sie die Länge der Stäbe abmisst. Der dritte verlässt sich weder auf sein Auge noch auf seine Hand, er nimmt einen Meterstab zur Hilfe, der

in Dezimeter eingeteilt ist; der vierte schliesslich ist damit noch nicht zufrieden: er wählt einen Meterstab, der in halbe Dezimeter eingeteilt ist, und mit dem er jedesmal erst den Normalstab misst, um danach die Länge des Vergleichsstabes zu bestimmen. Ist es nun wirklich so wunderbar, dass die vier Personen ganz verschiedene Ergebnisse bei dieser experimentellen Prüfung des „Raumsinnes" erhalten, dass jeder einen anderen konstanten Fehler und eine andere Unterschiedsempfindlichkeit aufweist, ja dass die dritte Versuchsperson in ihren Resultaten ein eigentümliches Periodizitätsgesetz auffindet, demzufolge unser Raumsinn Maxima der Genauigkeit bei den Multiplen von 10 cm darbietet, während der vierte Experimentator solche Maxima bei allen Multiplen von 5 cm findet?

Es bedarf keines Wortes, dass eine so kritiklose Untersuchung des Raumsinnes, bei der man sich weder über die Methode noch über die mögliche Bedeutung der gewonnenen Zahlen geeinigt hat, von keinem gutgeheissen werden würde; die Resultate wären nicht nur unvergleichbar, sondern, wo nicht genaueste Angabe über die Hilfsmittel der Schätzung beigefügt ist, wären die Zahlen vollkommen wertlose, scholastische Häufung von Notizen ohne innere Bedeutung. Ich leugne nicht, dass sich auf Grundlage dieser Betrachtung mein Urteil über die bisherigen Zeitsinnversuche wenig günstig gestaltete.

Mit welchem Massstab haben Vierordt und Mach, Kollert und Estel, Mehner und Glass die Zeitintervalle gemessen? Welche Hilfsmittel stehen uns überhaupt zu Gebote, um Zeitintervalle bezüglich ihrer Grösse zu beurteilen? Für verhältnismässig grosse Zeiträume ist die Frage leicht zu beantworten. Die übereinstimmende Antwort der Psychologen geht dahin, dass, wenn wir uns an einen verflossenen Tag, einen vor langer Zeit durchlebten Monat, eine überstandene Eisenbahnfahrt oder derlei erinnern, der betreffende Zeitraum uns lang erscheint, wenn die Erinnerung an denselben mit

mannigfaltigen Vorstellungen verbunden ist, und kurz erscheint, wenn die Reproduktion vorstellungsarm ist. Das Moment der grösseren oder geringeren Erfüllung der Zeit ist hier das allein entscheidende.

Nicht dieser Massstab aber kommt bei denjenigen Zeiten in Betracht, die bisher experimenteller Untersuchung unterzogen wurden. So sagt Wundt[1]) direkt: „Der Zeitsinn für solche grössere Zeiträume lässt mit dem natürlichen Zeitmass für die einfachen psychischen Vorgänge kaum mehr eine Vergleichung zu.“ „Die Möglichkeit einer genaueren Schätzung der Zeit hört völlig auf, sobald wir uns von dem uns geläufigen Zeitmass bekannter taktförmiger Bewegungen erheblich entfernen. Auch verändern sich dann wesentlich die Bedingungen, auf welche sich unsere Zeitschätzungen stützen. Dass zwei Stunden länger sind als eine, dieses wissen wir nicht vermöge einer direkten Vergleichung der Intervalle, sondern bloss durch die Einwirkung einer grösseren oder geringeren Zahl zwischenliegender Vorstellungen.“ Wundt bezeichnet damit genau die Richtung, in der sich die Ausführungen aller Beteiligten bewegen; überall wird es als nicht weiter zu untersuchende Thatsache hingestellt, dass wir die grösseren Zeiträume nach der Menge der zwischenliegenden Vorstellungen schätzen, für die kleinen Zeitgrössen dagegen ein Vermögen „direkter Vergleichung der Intervalle“ besitzen. Ich frage, wie kommt dieses Vermögen zustande, worin besteht es, wie äussert es sich, welche psychophysische Grundlage besitzt es? Ist es ein einheitliches oder ist es ebenso vielgestaltig wie das „Vermögen“, kleine Raumstrecken direkt zu vergleichen, ein Vermögen, das, wie wir sahen, bald das Auge, bald die Hand, bald die Haut, bald einen starren Massstab zu Hilfe nimmt?

Der zuverlässigste Weg, diese Fragen zu entscheiden, ist zweifellos zunächst die Analyse dessen, was uns die in-

[1]) Wundt, Physiologische Psychologie. Bd. II. S. 354.

nere Wahrnehmung darbietet. Es gibt ja kein einziges psychologisches Verfahren, das uns die innere Wahrnehmung ersetzen kann, so wie kein Mikroskop das menschliche Auge entbehrlich macht. Jegliche psychologische Methode, diejenige, welche Experimente anstellt, wie die, welche die objektiven Resultate psychischen Lebens studiert; diejenige, welche fremde geistige Lebensäusserungen verfolgt, wie diejenige, welche die Funktionen des materiellen Substrates zu Rate zieht: alle müssen durch die innere Wahrnehmung ergänzt werden, respektive durch die, der planmässigen Beobachtung nicht immer entzogenen Erinnerungsbilder des innerlich Wahrgenommenen. Wir werden dementsprechend auch hier zunächst nicht bei den experimentell gefundenen zahlenmässigen Resultaten anfragen, wie unser Zeitsinn beschaffen ist, sondern jeder wird für sich versuchen müssen, sich darüber Rechenschaft zu geben, was er innerlich erlebt, wenn er zwei Zeitintervalle von wenigen Sekunden miteinander zu vergleichen bemüht ist.

Selbstverständlich wird solche subjektive Analyse zunächst nur individuellen Wert beanspruchen dürfen. Wenn ich noch so getreu darzustellen vermag, was ich in solcher Lage zu erleben glaube, so wäre es doch Willkür zu fordern, dass kein anderer anderes in sich finde, zumal sich doch niemand ganz der Gefahr entzieht, das psychologische Erinnerungsbild unabsichtlich den vorgefassten Anschauungen anzupassen. *Wertvoller würde dagegen dieses individuelle Ergebnis dann sein, wenn seine Verallgemeinerung ausreichen würde, um die objektiven Erscheinungen, speziell die sonst unerklärten Eigentümlichkeiten bisheriger Beobachtungen dem Verständnis näher zu bringen.*

Selbst wenn ich es nun zunächst dahingestellt sein lasse, wie weit mein Bewusstseinsinhalt im Zustand der Intervallvergleichung typischen Wert besitzt, glaube ich doch, dass wenigstens eines allgemein ohne weiteres zugegeben werden

muss, nämlich dass dieser charakteristische Bewusstseinsinhalt normalerweise uns überhaupt nicht vorliegt, vielmehr nur dann ins Bewusstsein tritt, sobald wir absichtlich auf den Zeitverlauf die Aufmerksamkeit richten. Im gewöhnlichen Leben nehmen wir Eindrücke, die durch ein Zeitintervall getrennt sind, auch gesondert wahr, aber dieses Zeitintervall selbst erweckt keinen eigenen Eindruck. Die Aufmerksamkeit wendet sich von einer Wahrnehmung zur anderen; dass wir aber im gewöhnlichen Verlauf unseres geistigen Lebens unsere Wahrnehmungen auch noch mit Vorstellungen von den, sich zwischen die Wahrnehmungen einschiebenden Zeitgrössen unterbrechen, das widerspricht der Aussage jeden naiven Bewusstseins. Wir können uns freilich an die zwischen den Eindrücken befindliche Zwischenzeit erinnern, aber zu dem Zweck müssen wir eben die Aufmerksamkeit auf sie lenken. Nicht das behaupte ich, dass diese Zwischenzeit uns entgeht, wenn wir sie beobachten, oder dass wir sie uns nicht in der Erinnerung vorstellen können, wenn wir uns die begleitenden Erscheinungen oder die begrenzenden Eindrücke reproduzieren; nur das meine ich, dass ohne solch besonderes Aufmerken oder willkürliches Erinnern wir uns der zeitlich folgenden Vorstellungen bewusst werden, ohne uns dabei der Vorstellung zeitlicher Folge bewusst zu sein. Jeden Augenblick aber kann ich, wie gesagt, diese Vorstellung in mir wachrufen, kann mir die Zeitspanne zwischen zwei Eindrücken vergegenwärtigen und mit dem Gefühl, unmittelbar die verfliessende Zeit wahrzunehmen, die Aufmerksamkeit dem Zeitraume selber zuwenden.

Was nehme ich in diesem Falle wahr? Nun, eine ganz präzise Antwort darauf zu geben, bin ich nicht im stande. Ich habe mir diese Frage schon vorgelegt, als ich vor fünf Jahren Herrn Mehner in Leipzig bei seinen Zeitsinnstudien mehrere Wochen hindurch behilflich war und meinen an musikalischen Rhythmen, besonders durch Taktzählen im Orchesterzusammenspiel, leidlich ausgebildeten Zeitsinn da-

mals systematisch zu beobachten anfing. Ich habe seitdem viele hundert spezieller Zeitsinnversuche an mir anstellen lassen und immer wieder hat mich die Mannigfaltigkeit der dabei erlebten inneren Zustände überrascht, eine Mannigfaltigkeit, welche es geradezu unmöglich macht, dem Vorgang ein bestimmtes schablonenhaftes Gepräge zu geben. In hundert Formen macht unser Zeitsinn sich geltend; ja, unter scheinbar genau denselben Bedingungen, bei denselben Zeitgrössen, bei denselben abgrenzenden Eindrücken, erlebe ich in mir tiefgreifende Verschiedenheiten des subjektiven Vorganges, und nur eines ist allen diesen Vorgängen gemeinsam: sie alle haben zur Grundlage eine Spannungsempfindung. Spannungsempfindungen in den verschiedensten Organen, ausgelöst durch wirklich erfolgende Muskelkontraktionen oder durch die Erinnerung an solche, sind der einzige Massstab, der unserem unmittelbaren Zeitgefühl zu Gebote steht.

Die Frage, aus welcher Quelle unsere Spannungsempfindungen, unsere Bewegungsgefühle stammen, ist bekanntlich noch Gegenstand lebhafter Diskussion. Bald glaubte man in der Haut, bald in den Gelenken, bald in den Sehnen und nicht am seltensten natürlich in den Muskeln diejenigen peripheren Sinnesorgane suchen zu müssen, deren Reizung durch den Bewegungsvollzug erfolgt, und immer wieder wurde dagegen nachzuweisen versucht, dass bald die Muskeln, bald die Gelenke, bald die Haut und bald die Sehnen unmöglich das einzige Hilfsmittel der Kontraktionswahrnehmung sein können. Die neueste experimentelle Prüfung ging von Goldscheider aus, und führt zu dem Resultat, dass nicht in den Muskeln, sondern in den Gelenken der Sitz der betreffenden Sinnesapparate sei. Dass aber gerade hier die besonderen Versuchsbedingungen einen unberechtigten Einfluss auf das so verallgemeinerte Ergebnis ausgeübt, das geht schon daraus hervor, dass wir sehr feine Bewegungsempfindungen in Organen besitzen, bei denen überhaupt keine Gelenke vorhanden, wie etwa beim Bewegungsapparat des Augapfels, der

Lippen, der Zunge, und dass wir andererseits noch sehr deutlich das Wachsen der Spannung wahrnehmen, wenn die Gelenkbeugung schon den Maximaleffekt erreicht hat; so können wir mit deutlicher Wahrnehmung der Veränderung unsere Kaumuskeln spannen und entspannen, während die Zähne fest aneinanderschliessend bleiben oder wir können die beiderseitige Spannung antagonistischer Muskeln etwa im Arm so zunehmen lassen, dass eine Veränderung der Gelenkbeugung nicht eintritt und trotzdem wächst unsere Spannungsempfindung mit der zunehmenden Kontraktion.

Dass ausserdem der Muskel selbst sensible Apparate besitzt, ist ja aus den bekannten Erscheinungen der Ermüdung, des Muskelschmerzes und ähnlichem völlig geläufig. Die Goldscheiderschen Versuche werden dadurch nicht entwertet, nur dürfen sie nicht so isoliert betrachtet werden, sondern müssen in den Kreis anderer Untersuchungen eingereiht werden. Dann sind auch sie ein neuer Beweis dafür, dass normalerweise Muskel, Gelenk, Haut und Sehnen zusammenwirken, um unsere Bewegungsempfindungen anzuregen, dass aber durch experimentelle Bedingungen oder pathologische Verhältnisse der eine oder der andere Faktor fehlen kann, ohne dass unsere Wahrnehmung wesentlich alteriert wird; aus dem Umstand, dass, wenn ein Element beseitigt wird, die Vorstellung uns nicht verändert erscheint, dürfen wir noch nicht schliessen, dass es normalerweise überhaupt nicht mitwirkt, zumal zu erwarten ist, dass durch einfache Association bei der peripheren Erneuerung der übrigen Faktoren die Empfindung des abnormerweise ausfallenden Faktors central reproduziert wird, das Erinnerungsbild somit an die Stelle der unmittelbaren Empfindung tritt. Welche eminente Bedeutung den associativ hervorgerufenen Empfindungserinnerungen gerade im Gebiet der Bewegungsvorstellungen zukommt, das resultiert ja schon aus der Thatsache, dass jenes sogenannte Innervationsgefühl, weit entfernt eine direkte Empfindung der motorischen Innervation zu sein, lediglich das dem Bewegungs-

vorgang vorangehende Erinnerungsbild ist von den bei früherer Kontraktion einmal wahrgenommenen Bewegungsempfindungen. Es ist also selbstverständlich, dass auch die Lücken in der Wahrnehmung einer experimentell veränderten Bewegung sich mit Erinnerungsmaterial ausfüllen, durch dessen Einwirkung die Aussagen der inneren Wahrnehmung an Zuverlässigkeit einbüssen; das eine aber ist die zweifelsfreie Basis aller bezüglichen Theorien, dass uns in der inneren Wahrnehmung thatsächlich eine mit zunehmender Muskelspannung stetig zunehmende Spannungsempfindung gegeben ist, gleichviel durch welche Apparate dieselbe vermittelt wird. Nur diese Thatsache aber ist uns hier von Bedeutung. Wir können ganz dahingestellt sein lassen, welche Teile der Organe uns die Spannungsempfindung bei der Zeitschätzung erwecken, wir haben nur zu fragen, in welchen Organen wir sie empfinden.

Meine subjektiven Erlebnisse kann ich nun folgendermassen zusammenfassen. Wenn mir beispielsweise Gesichtseindrücke in gewissen unregelmässigen Intervallen gegeben sind, vielleicht nach je ein bis drei Sekunden ein heller Eindruck auf dunklem Hintergrund entsteht und wieder verschwindet, so fühle ich, wie bei dem jedesmaligen Auftauchen des Reizes meine Muskeln in der Augenhöhle sich spannen, um die Augen recht fest nach der leuchtenden Stelle zu richten, wie alle Augenmuskeln sich kontrahieren, damit der Blick scharf fixiert ist, wie der Accomodationsmuskel sich anspannt, um den Eindruck deutlich wahrzunehmen, kurz wie jedesmal das ganze Sehorgan, sobald der Reiz beginnt, sofort in einen Zustand erhöhter Spannung gerät, durch den der Reiz an Deutlichkeit gewinnt und seine Wahrnehmung sich über den sonstigen Vorstellungsinhalt des Momentes emporhebt; ja, wenn der Reiz stark ist, fühle ich, wie die reflektorisch ausgelöste Spannung nicht nur das Auge ergreift, sondern die Hals- und Kopfmuskeln, um so den Kopf genau in seiner für die Reizwahrnehmung günstigen Lage zu fixieren, zuweilen greift sie sogar auf Schulter- und Armmuskeln über,

als wollte ich den Reiz festhalten und die Brustmuskulatur wird ergriffen, als wollte ich den Atem anhalten, um recht deutlich den Reiz zu empfinden.

Es ist ja möglich, dass andere anderes in sich fühlen, denn nur so scheint es erklärlich, dass die meisten in den geschilderten Empfindungen lediglich die nebensächlichen begleitenden Folgeerscheinungen ihrer „Aufmerksamkeit" verspüren. Die „Aufmerksamkeit" soll sich dem Gesichtsreiz zuwenden und soll es bewirken, dass die Spannungen im Auge, in den Kopfmuskeln, in der Brustmuskulatur entstehen, deren Eintritt wir in den Spannungsempfindungen wahrnehmen. Wer mit solcher Aussage nur die Hypothese aufstellen will, dass ein über dem psychophysischen Mechanismus schwebender, rein geistiger Faktor in uns nach freiem Belieben in das psychophysische Geschehen eingreifen kann und somit in uns Veränderungen hervorrufen kann, deren Ursache uns nicht empirisch gegeben, deren Vorhandensein uns aber durch solche Hilfsannahme begreiflich gemacht wird: der versäumt, meiner Ansicht nach, mit Unrecht, zuerst einmal den Versuch zu machen, ob die wirklich gegebenen Erscheinungen nicht auch ohne solche metaphysische Wunderannahme mit den Hilfsmitteln der psychophysischen Wissenschaft sich erklären lassen. Wer aber damit sagen will, dass er nicht nur jene Spannungsempfindungen und nicht nur jenes Deutlichwerden und Stärkerwerden der Reizvorstellung, sondern ausserdem noch als besonderen Vorgang die Aufmerksamkeit wirklich in sich wahrnimmt, der spricht von einem Bewusstseinsinhalt, der mir völlig fehlt und den ich nirgends in mir finde, obgleich das Resultat ja bei mir genau dasselbe ist. Will ich andererseits den geschilderten Vorgang, den ich in mir erlebe, nun auch als Aufmerksamkeit bezeichnen, so steht nichts der Aussage entgegen, dass dem eintretenden Reiz sich jedesmal meine Aufmerksamkeit zuwendet, nur würde dieses Zuwenden psychophysisch eben lediglich einen Reflexakt darstellen, derart, dass der eintretende Reiz von meiner Netzhaut zum

Gehirn geleitet wird und die centrale Erregung, der psychisch die Wahrnehmung entspricht, die unmittelbare motorische Quelle jener für die genaue Wahrnehmung so zweckmässigen Muskelspannung ist, deren Erfolg dann wiederum sich in sensorischen Erregungen dem Bewusstsein verrät. Der Eintritt jener Spannungsempfindungen und des Deutlichwerdens, das begleitet nicht meine Aufmerksamkeit, sondern ist die Aufmerksamkeit selbst. — Genau dasselbe tritt nun ein, wenn nicht Lichtreize, sondern Tastreize oder Schallreize oder Geruchsreize in unregelmässigen Intervallen mich treffen; ich fühle dann ebenfalls, wie der Reiz eine Spannung in dem gereizten Glied, im Ohr, in der Nase auslöst, die Wahrnehmung an Deutlichkeit zunimmt und die Spannung auf benachbarte Organe, speziell Kopf-, Hals- und Brustmuskeln leicht überstrahlt. Hört der Reiz auf, so klingt die Empfindung schnell ab und ich empfinde, wie die Muskelspannung ebenfalls schnell nachlässt.

Etwas anders verhält es sich, wenn mir vor dem Eintritt des Reizes ein Signal gegeben wird. Die im ersten Fall durch den Reiz direkt hervorgerufene Spannung entsteht dann schon durch das mit dem Signal verbundene Erinnerungsbild des Reizes, aber die Spannung tritt dafür nicht so plötzlich in ihrer ganzen Stärke auf, sondern wächst nach erhaltenem Signal allmählich, um beim Eintritt des Reizes das Maximum zu erreichen, und dann wieder allmählich nachzulassen. Ich besitze nun kein anderes Mass, die Zeit zwischen zwei äusseren Eindrücken zu messen, als dass ich meine Aufmerksamkeit den charakterisierten Spannungsempfindungen zuwende. Im gewöhnlichen Leben ist bei der Wahrnehmung succedierender Eindrücke die Aufmerksamkeit gänzlich den Reizqualitäten zugewandt, das Anwachsen, Anhalten und Nachlassen der Spannungsempfindungen gibt nur den mehr oder weniger undeutlichen verschwimmenden Empfindungshintergrund; eben deshalb ist ein besonderes Zeitbewusstsein für gewöhnlich nicht rege. Wird aber die Aufmerksamkeit auf die Zeit-

strecke gelenkt, so heisst das lediglich, dass während der zwischen den Eindrücken liegenden Zeit die Spannungsempfindungen und die Veränderung ihrer Intensität in den Blickpunkt des Bewusstseins treten. Unsere Aufmerksamkeit wendet sich den Spannungsempfindungen zu, das heisst natürlich wieder nur: durch die vorgestellte Absicht, den Zeitraum zu messen und durch die sonstigen Versuchsverhältnisse sind die psychophysischen Bedingungen gegeben, durch welche notwendig die Wahrnehmung der Spannungsempfindungen an Deutlichkeit zunimmt, alles übrige in unserem Bewusstsein zurücktritt und durch sekundäre Organeinstellung wir uns dem gespannten Organe gewissermassen zuwenden.

Tritt dieses durch die gegebenen psychophysischen Bedingungen ein, so hat unser Bewusstsein den Massstab gewonnen, Zeiten zu vergleichen und Zeiten zu schätzen. Nicht als wäre derjenige, der das Intervall beurteilt, sich bewusst, ein Urteil über Verhältnisse seiner Muskelspannungen abzugeben; im Gegenteil, das naive Bewusstsein wird eine solche Auffassung zunächst entschieden von sich weisen. Aber solche Fälle sind dem Psychologen doch schon von der Raumanschauung ganz geläufig. Wer eine Stablänge mit geschlossenen Augen dadurch abmisst, dass er mit der Hand an dem Stabe entlang gleitet, der bezieht nicht nur die räumlich geordneten Einzeleindrücke, sondern auch die Vorstellung der Raumstrecke unmittelbar auf das räumliche Objekt und dennoch ist zweifellos die continuierliche Bewegungsempfindung die Grundlage seiner Raumvorstellung. Und wie hier eine Synthese von Muskelempfindung mit Tastempfindung, so liegt bei der Augenmassschätzung eine Synthesis von Gesichts- mit Muskelempfindungen vor, und auch hier ist sich der Schätzende der bestimmten peripheren Quelle seiner Raumvorstellung nicht bewusst. I n g a n z d e r s e l b e n W e i s e i s t d i e Z e i t v o r s t e l l u n g e i n e S y n t h e s e a u s d e r W a h r n e h m u n g d e r d i e Z e i t t e i l e a b g r e n z e n d e n ä u s s e r e n E i n d r ü c k e u n d d e n a n I n t e n s i t ä t z u- u n d a b n e h m e n d e n M u s k e l s p a n n u n g s-

empfindungen, ohne dass wir die letzteren deshalb für gewöhnlich auf die Muskeln beziehen. Wir glauben unseren eigentümlichen Bewusstseinsinhalt unmittelbar auf die Zeit beziehen zu können, wir glauben den Zeitlauf unmittelbar wahrzunehmen, wie der Tastende die Raumstrecke unmittelbar zu empfinden glaubt, und nur die aufmerksamere Selbstwahrnehmung vergegenwärtigt sich leicht die wirklichen Elemente des psychischen Inhaltes.

Aber solche allgemeine Darstellung wird den einzelnen Thatsachen noch in keiner Weise gerecht. Wenn die Spannung nach dem ersten Reiz schnell nachlässt und für den zweiten erst anfängt, sobald ein Signal für ihn gegeben wird, so ist in keiner Weise ersichtlich, wie dadurch der Zeitraum zwischen erstem und zweitem Reiz mit einem anderen Zeitraum zwischen drittem und viertem Reiz verglichen werden kann. Ich muss nunmehr also die Variationen des inneren Erlebnisses bei den verschiedenen speziellen Bedingungen festhalten. Es versteht sich von selbst, dass die wichtigste Verschiedenheit der Bedingungen in der verschiedenen Grösse der zu messenden Zeitstrecke besteht. Gemeinsam aber für alle Einzelfälle scheint mir die eine Thatsache: sobald wir unsere Aufmerksamkeit dem Anwachsen oder Abnehmen der Spannungsempfindungen zuwenden, um ein Urteil über ihre Intensität zu gewinnen, so wird unabsichtlich der Prozess verlangsamt, der Verlauf der sonst steilen Curve wird ein langhingezogener, wir fühlen, wenn wir nicht willkürlich den Vorgang beschleunigen, die Spannung langsam anschwellen und langsam absinken, als verzögerten unsere Muskeln den Kontraktionsablauf, damit unser Bewusstsein jedes einzelne Stadium der Kontraktion wahrnehmen kann und keine Phase unbeachtet vorübergeht.

Obgleich aus weiterhin näher zu besprechenden Gründen das natürliche Geschehen sich meist von solchem schematischen Typus entfernt, haben wir doch für ganz kleine Zeiten schon hiermit die psychophysische Grundlage der Zeitschätzung ge-

wonnen. Wenn nämlich das Absinken der vom ersten Reiz hervorgerufenen Spannung durch das Beobachtetwerden verlangsamt ist, so wird bei sehr kleinen Zeiten der zweite Reiz sich einstellen, ehe völlige Entspannung eingetreten ist; der neue Impuls zu kräftigerer Spannung setzt also ein, ehe die frühere Spannung das Minimum erreicht hat und für unser Bewusstsein hat sich somit die verflossene Zeit umgesetzt in ein Abnehmen der Spannungsempfindung bis zu einem bestimmten Intensitätsgrad. Wird nun durch einen dritten Reiz, der genau die Stärke des ersten Reizes hat und der genau unter denselben Bedingungen entsteht, wieder dieselbe Spannung hervorgerufen wie beim ersten, so wird auch das Absinken derselben ebenso vor sich gehen, so dass, wenn ein vierter Reiz den zweiten Zeitraum so abschliesst, dass er gleich dem ersten Zeitraum ist, die abnehmende Spannung in dem betreffenden Moment genau denselben Intensitätsgrad haben wird, wie bei jenem; ist der zweite Zeitraum kleiner, so wird die abnehmende Spannung beim Eintreffen des vierten Reizes noch etwas stärker sein als beim zweiten, und ist er grösser, so wird sie schwächer sein, eventuell schon ganz aufgehört haben. Sollen wir aber den Abschluss des zweiten Zeitraumes selbst herstellen und so das zweite Intervall dem ersten gleich machen, so werden wir die Grenze in dem Moment herstellen, in welchem die Spannung bei ihrer Abnahme gerade denjenigen Intensitätsgrad erreicht hat, welchen sie bei dem Ende des ersten Zeitintervalles aufwies.

Zwei Fehlerquellen sind dabei auf den ersten Blick ersichtlich. Erstens werden die Reize, selbst wenn sie objektiv genau gleich sind, meist nicht unter genau denselben subjektiven Bedingungen gegeben werden, die Spannung und Entspannung mithin nicht in beiden Fällen übereinstimmend sein; gerade das wird uns noch zu beschäftigen haben. Zweitens ist unser Gedächtnis für Empfindungsintensitäten kein absolut zuverlässiges. Aber aus diesen Quellen stammen die

Fehler unseres Zeitsinns, nicht Fehler der Zeitsinnerklärung. Ueberdies werden wir mannigfachen sekundären Hilfsmitteln begegnen, von denen eines schon hier hervorgehoben sei, weil es fast ausschliesslich für die bisher besprochenen sehr kleinen Zeiten gilt. Bei diesen macht sich nämlich, meiner inneren Wahrnehmung zufolge, die Nachwirkung des ersten Eindrucks noch geltend, wenn der zweite einsetzt; nicht als handle es sich um ein direktes Nachbild. Ein solches existiert für mittelstarke Schall- und Tastempfindung ja überhaupt kaum und selbst bei Gesichtsempfindungen kommt es nicht für solche Zeiten in Betracht, auf die überhaupt eine subjektive Zeitschätzung angewendet wird; würden die Zeitintervalle so minimal genommen werden, dass ein Lichtnachbild sie überdauert, so würde natürlich der erste Reiz mit dem zweiten verschwimmen, von einem zu messenden Intervall also gar nicht die Rede sein, sondern nur von der Zeitdauer des anhaltenden Reizes; letzterer Fall schafft aber ganz neue Bedingungen, wir messen bei ihm eigentlich das Intervall zwischen zwei von Reizen nicht ausgefüllten Momenten, beide Fälle sind also unvergleichbar und wir behalten hier zunächst nur den ersten im Auge, bei dem das Nachbild des Eindrucks zu kurz dauernd ist, um in Anbetracht der zu messenden Zeit in Frage zu kommen.

Ausser diesem Nachbild, das auf die Fortwirkung der Erregung im Sinnesorgan zu beziehen ist, erleben wir nun aber, wenn auf einen isolierten Reiz ein reizloses Intervall folgt, noch ein centrales Nachbild, ein schwaches Erinnerungsbild der Empfindung, das mit der zeitlichen Entfernung vom Reize abnimmt. Dieses Erinnerungsbild des ersten Reizes wird also ebenfalls beim Eintreffen des zweiten Reizes eine bestimmte Intensität besitzen, welche sich uns einprägt, so dass wir bei willkürlicher Reproduktion des Intervalls den zweiten abgrenzenden Reiz dann eintreten lassen, sobald das Erinnerungsbild des ersten wieder jenen Stärkegrad erreicht hat. Die centrale Nachwirkung des ersten Reizes wirkt da

gewissermassen wie ein Vorschlag, wie ein Auftakt zum zweiten Reiz, und ein solches Empfindungsverhältnis ist leicht reproduzierbar. Es scheint mir, als wenn für kleinste, eben noch unterscheidbare Intervalle diese Beurteilung des Reiznachbildes beim Eintreffen des neuen Reizes geradezu den wichtigsten Massstab der Schätzung bietet, die Spannungsempfindung bei Zeiten unter einer drittel Sekunde etwa, bei mir wenigstens, völlig zurücktritt, weil eine merkbare Entspannung nach der ersten Einwirkung in so kurzem Intervall nicht zu konstatieren ist. Niemals übrigens verschwindet vor dem Einsetzen des zweiten Reizes das centrale Nachbild des ersten Eindruckes völlig; im Gegenteil selbst bei den relativ langen Zeiträumen von mehreren Minuten bleibt, wenn wir überhaupt zu einer Intervallvorstellung gelangen, jene Nachwirkung bis zum Schluss erhalten, da eben aus der Verbindung der Spannungsempfindungen mit den abgrenzenden Reizempfindungen die Zeitvorstellung entsteht. Nur benutzen wir bei grösseren Zeiträumen die Intensität dieses Erinnerungsbildes deshalb nicht zur Zeitschätzung, weil dieselbe nicht wie in der ersten Phase stetig abnimmt, sondern einen komplizierten periodischen Wechsel aufweist, dessen eventuelle Gesetzmässigkeit dem naiven Bewusstsein unbekannt ist, jedes Urteil nach dieser Richtung also ganz unzuverlässig wäre. So haben wir uns praktisch daran gewöhnt, die Intensität des Erinnerungsbildes ausser bei jenen kleinsten Zeiträumen ausser acht zu lassen, und nur seine Qualität zu verwerten, um die Anfangsgrenze des Zeitraums festzuhalten, dessen Grösse wir mit der Spannungsempfindung messen.

Nun ist es ersichtlich, dass der Prozess der Spannung und Entspannung in der einfachen Form, wie wir ihn bisher betrachtet, in keiner Weise ausreicht, um die Erscheinungen wirklich zu erklären. Ich habe dabei nicht die empirischen Abweichungen von dem typischen Schema im Auge, sondern zweifellos kann dieses Schema selbst für die meisten Fälle nicht genügen. Wir hatten ja bisher nur davon gesprochen,

dass der zweite Reiz eintritt, während die durch unser Aufmerken etwas verlangsamte Entspannung nach dem ersten Reiz abläuft. Die einfachste Ueberlegung lehrt, dass dieser Fall nur bei recht kleinen Zwischenräumen eintreten kann. Da die Spannung, welche von den gewöhnlich verwerteten mittelstarken Eindrücken reflektorisch erzeugt wird, eine verhältnismässig schwache ist, so ist die Verlangsamung der Entspannung an enge Grenzen gebunden. Nun sahen wir, dass die zweite Spannung erst durch den zweiten Reiz, respektive ein ihm vorangehendes Signal angeregt wird; zwischen dem Ende der ersten Entspannung und dem Beginn der zweiten Spannung könnte somit ja ein beliebig langer Zwischenraum liegen, dem eine psychische Vertretung fehlen würde. Wir würden dann also nur den mit der Entspannung hingebrachten Bruchteil des Intervalls schätzen, zu dem, wenn dem zweiten Reiz ein Signal vorausgeht, noch der andere Bruchteil zwischen Signal und Schlussreiz hinzukäme; für diesen wäre wieder diejenige Spannungsintensität massgebend, welche beim Eintritt des Reizes erreicht ist, nachdem die Spannung beim Signal eingesetzt und ebenfalls in unwillkürlich verlangsamtem Tempo gewachsen ist. Die Summe dieser beiden psychisch allein repräsentierten Intervallbruchteile wird natürlich umsomehr mit dem wirklichen Intervall differieren, je grösser der Zeitraum zwischen dem Ende der Entspannung und dem Moment des Signales ist.

Thatsächlich verhält es sich aber ganz anders. Wenn wir einen Zeitraum schätzen wollen, so wissen wir, dass auf den ersten Eindruck ein das Intervall abschliessender zweiter Eindruck folgen wird, der erste Reiz ist somit schon selber das Signal für den zweiten. Wir sind also von vornherein disponiert, zum zweitenmal dieselbe Spannung herzustellen. Sie einfach vom ersten zum zweiten Reiz festzuhalten, liegt uns dabei fern, da die Spannung selbst als Reiz zu reflektorisch ausgelöster Entspannung wirkt. Es bleiben uns somit für die kleinen Intervalle zwei Möglichkeiten oder

richtiger zahllose Möglichkeiten, welche alle zwischen zwei Extremen liegen. Die eine äusserste Möglichkeit ist die früher betrachtete, dass die Entspannung nach dem ersten Reiz möglichst langsam abläuft und, so lange sie anhält, wir uns gar nicht um den signalisierten zweiten Reiz kümmern, so dass dieser noch in die Phase der ersten Entspannung einbricht. Oder das andere Extrem, wir forcieren die Entspannung, so dass die erste Spannung möglichst unmittelbar nach dem ersten Reiz aufhört und wir beginnen sofort nach demselben die vom Nullpunkt ausgehende langsam vorbereitende Spannung für den signalisierten zweiten Reiz; derselbe trifft dann während der Spannungszunahme ein, und die Intensität, welche die Spannungsempfindung in dem Moment erreicht hat, ist wider das psychische Vergleichsmaterial für spätere Reproduktion des Intervalls.

Es ist einleuchtend, wie für denselben Zeitraum, beispielsweise eine Sekunde, nun alle Zwischenstadien zwischen den beiden äussersten Fällen möglich sind; im ersten Fall nahm die Entspannung vom ersten Reiz den ganzen Zeitraum in Anspruch, für die neue Spannung blieb vor dem zweiten Reiz keine Zeit übrig; im letzteren Fall war dagegen die Entspannungszeit gleich Null und das ganze Intervall von der neuen Spannung erfüllt; genau ebenso aber kann nun Entspannung und neue Spannung sich beliebig in den Zeitraum teilen. *Wofern nur unmittelbar nach der mehr oder weniger forcierten Entspannung die neue Spannung einsetzt, so ist jedenfalls das ganze Intervall durch Intensitätsänderungen der Spannungsempfindungen ausgefüllt und wir sind mühelos im stande den ganzen Vorgang genau zu reproduzieren*, genau denselben Beschleunigungsanstoss auf die Entspannung wirken zu lassen, genau dieselbe verzögernde Hemmung auf die neue Spannung auszuüben, kurz den gesamten psychischen Vorgang und dadurch das Zeitintervall so zu reproduzieren, dass wir den zweiten Zeitraum genau mit dem ersten vergleichen können,

wenn wirklich dieselben Bedingungen für die Reizaufnahme vorhanden und unser Gedächtnis zuverlässig ist.

Doch auch diese Betrachtung kann sich nur auf Zeitschätzungen beziehen, bei denen wir absolut nicht wissen, wie grosse Strecken uns gegeben sind, wo uns also möglicherweise der zweite Reiz schon nach sehr kurzem Intervall überrascht. Nur in diesem Falle offenbar kann es Sinn haben, die Entspannung der ersten Kontraktion willkürlich zu verzögern, um rechtzeitig mit der neuen Spannung zu beginnen. Können wir erwarten, dass das Intervall länger dauert als die Entspannung, so wird sich als normaler Zustand vielmehr der ergeben, dass die Entspannung ihren gewöhnlichen Verlauf nimmt und nach ihrem Ablauf die neue Spannung für den erwarteten zweiten Reiz anfängt, ein Ablauf der Kontraktionsverhältnisse, der uns innerlich als ein angenehmer, natürlicher erscheint. Sowohl die forcierte Entspannung, als auch die überraschende plötzliche Spannungsentstehung ist uns unbehaglich; die langsame Entspannung und daran sich anschliessende langsame Neuspannung ist uns dagegen durch naheliegende Einflüsse so angenehm, dass wir unwillkürlich die Vorgänge in diesem Sinne zu regulieren pflegen. Tritt nun der Reiz ein, während die Spannung nach langsamem Abschwellen wieder in langsamer Zunahme begriffen ist, so ist auch jetzt die Ausfüllung des Intervalls so einfach, dass die Genauigkeit der Reproduktion leicht verständlich ist. Die Zunahme der vorbereitenden Spannung hat aber natürlich eine zeitliche Grenze und es ist nicht notwendig, dass der erwartete Reiz noch in diese Grenze fällt. Da nämlich der neue Reiz in gleicher Stärke wie der erste erwartet wird, so wird auch die vorbereitende Spannung nur bis zu dem Höhepunkt der ersten Spannung streben, ein Punkt, der offenbar verhältnismässig schnell erreicht sein wird. An diesem Höhepunkt würde sie dann stehen bleiben, bis der Reiz eintritt, wenn nicht das Festhalten bestimmter Kontraktion durch einen Faktor beeinträchtigt würde,

den wir bisher ignoriert, der aber von allerwesentlichster Bedeutung ist: die Atmung.

Auch die ruhigste normale Atmung erzeugt bei jeder Inspiration und bei jeder Exspiration einen völlig veränderten Spannungszustand zahlreicher Muskeln. Diese Veränderung kann unmöglich ohne Einfluss sein auf diejenigen Spannungsverhältnisse, welche uns bisher beschäftigt. So ist es denn, um an unser letztes Resultat anzuknüpfen, auch thatsächlich die Atmung in erster Linie, die uns verhindert, die vorbereitende Spannung für den zweiten Reiz auf der dem ersten Reiz entsprechenden Spannungshöhe beliebig lange festzuhalten; nicht länger vermögen wir es als bis die Inspiration vollendet, denn sobald die Exspiration einsetzt, lässt die Spannung nach und sinkt unter normalen Verhältnissen während des ganzen Verlaufes der Ausatmung. Vergegenwärtigen wir uns, wie die Atmung zu stande kommt, so kann das nicht überraschen. Bekanntlich tritt nur bei der Einatmung aktive Muskelarbeit in den Vordergrund; durch ihre Leistung müssen die Elastizität der Lungen und die Widerstände der Thoraxwandungen überwunden werden. Hören diese Kräfte auf, so müssen eben jene Widerstände und vor allem die Elastizität der Lungen den Brustkorb von selbst wieder in seine Normalstellung zurückführen, er verengert sich also ohne wesentliche Mitwirkung aktiver Muskelkräfte. Nun ist der Kreis der bei der Einatmung beteiligten Muskeln kein kleiner; die kräftigen Wirkungen des Zwerchfells und der Zwischenrippenmuskeln werden zwar von den übrigen nicht erreicht, aber deshalb sind die Bewegungen des Kehlkopfs und der Stimmbänder doch nicht gering und vor allem sind die Kontraktionen, welche bei forcierter Atmung, besonders in Atemnot, zu unterstützender Bewegung führen, also Bewegungen der Nasenflügel, des Kopfes, der Schultern, Streckung der Wirbelsäule und ähnliche, auch bei der normalen Atmung als Spannung schon angedeutet und in Spannungsempfindungen dem Bewusstsein wahrnehmbar.

Der Wechsel zwischen Inspiration und Exspiration bedeutet somit einen Wechsel zwischen der Anspannung und Entspannung der Bauch-, Brust-, Hals-, Schulter-, Kopf- und Rückenmuskeln; dass aber dieser Wechsel motorischer Innervation nicht eintreten kann, ohne alle übrigen Spannungen im Körper mitzubeeinflussen, ist klar. Der Exspirationsreiz ist geradezu ein Reiz zum Vermindern aller vorhandenen Muskelspannungen, so dass die Entspannung in den bei der Atmung weniger beteiligten Gebieten eine leicht verständliche Nebenerscheinung der beginnenden Exspiration ist. Die verschiedenen Phasen des Atemzuges schaffen für das centrale Nervensystem durchaus verschiedene Einflüsse, die sich in der Veränderung der centrifugalen Innervation geltend machen; ist doch neuerdings erwiesen, dass die längst bekannten respiratorischen Schwankungen der Pulsfrequenz nicht auf mechanischen Einflüssen der Atembewegungen beruhen, sondern dass sie von den nervösen Centralorganen ausgehen [1]). Die betreffenden Versuche machten es wahrscheinlich, dass bei der Erregung der bulbären Atmungscentren gleichzeitig eine Verminderung des Tonus der herzhemmenden Centralorgane sich geltend mache; in ganz ähnlicher Weise scheint eine Veränderung des Tonus motorischer Gehirnapparate von dem Atmungscentrum abzuhängen.

Wenn also bei den Zeitsinnversuchen die Spannung, die der erste Reiz verursacht, langsam aufgehört hat und die den zweiten erwarteten Reiz vorbereitende Spannung den Höhepunkt erreicht hat, so wird sie von demselben heruntersinken, sobald die normale Atmung zur Exspiration führt. Die Spannung nimmt jetzt also von neuem ab und fällt der zweite Reiz in dieses letztere Stadium, so setzt sich die Zeitvorstellung zusammen einerseits aus den beiden Reizeindrücken, andererseits aus der langsamen Abnahme, dem langsamen

---

[1]) Wertheimer-Meyer, Les variations respiratoires etc. In Arch. de Physiol. (5) I. S. 24.

Anwachsen und der erneuten bis zu einem bestimmten Intensitätspunkt gelangten Abnahme der Spannungsempfindungen; der ganze Empfindungskomplex, der diese Vorstellung konstituiert, wird offenbar mit einem anderen Komplex leicht vergleichbar sein, und da bei variierender Zeit die begrenzenden Eindrücke unverändert bleiben, so werden für die Vergleichung des Zeitraumes die verschiedenen Spannungsintensitäten als einziger Massstab bleiben. Desgleichen werden wir mit diesem Mass, indem wir den Spannungsanstoss sowohl wie auch die willkürlichen Hemmungen der Entspannung möglichst getreu reproduzieren, das ganze Zeitintervall sofort oder nach gewisser Pause erneuern können. Freilich ist schon hier ersichtlich, dass dieses Zeitmass sich bei der Benutzung verschieben wird, da das eine Mal die Exspiration früher oder später eintreten wird als das andere Mal, jeder Unterschied in der Atmungsphase beim Beginn der ersten und beim Beginn der zweiten Zeit somit auch eine etwas veränderte Ausfüllung des Intervalls mit Spannungsempfindungen hervorbringt; es ist klar, dass dieser Fehler dann gleich null wird, sobald für beide Zeiten der erste Reiz in dieselbe Atmungsphase fällt.

Tritt der zweite Reiz nun aber noch nicht in der durch die Exspiration bedingten Entspannungsphase ein, so wird offenbar die Atmung das weitere Muskelspiel regulieren. Sobald neue Inspiration einsetzt, so werden central angeregt jene vorbereitenden Spannungen auch wieder wachsen, bis neue Exspiration beginnt und so fort. Es ist damit die psychologische Ausfüllung auch grösserer abzuschätzender Zeiträume völlig verständlich. Wir fühlen vielleicht, drei Atemzügen entsprechend, die den zweiten Reiz erwartende Spannung dreimal zunehmen und dreimal abnehmen, bis der Reiz endlich bei bestimmter Spannungsintensität eintritt; wir dürfen dann nur denselben Wechsel bei demselben Atemtempo wiederholen, um getreu den Zeitraum zu reproduzieren.

Achte ich aber möglichst genau unter zahlreichen Variationen der zu schätzenden Intervalle auf das, was ich wirk-

lich in mir erlebe, so muss ich doch noch nach verschiedenen Richtungen dieses gar zu einfache Schema erweitern. Zunächst haben wir bis jetzt angenommen, dass erst durch die an beliebiger Stelle der vorbereitenden Spannung einsetzende Exspiration der Spannungs- und Entspannungsprozess mit der Atmung verkoppelt wird. Häufig ist es aber ganz anders und zwar so, dass die Verbindung von Spannungszunahme mit der Inspiration, Abnahme mit der Exspiration sich schon vom ersten Reiz an geltend macht. Der Reiz nämlich ruft nicht nur eine Spannung, sondern überaus leicht auch eine Inspiration hervor. Unsere normale Respiration erreicht ja weder die grösste Höhe der Einatmung, noch die grösste Tiefe der Ausatmung, durch Steigerung der Muskelarbeit können wir daher in jeder Phase der gewöhnlichen Atmung sowohl eine Inspirations- wie eine Exspirationsbewegung eintreten lassen; selbst wenn also normalerweise die Einatmung beendet wäre, kann durch gesteigerte Kontraktion eine neue Einatmungsperiode beginnen. Offenbar sind es centrale Vorgänge, die nun in der That uns reizen, bei jedem angenehmen Eindruck, dem wir uns zuwenden und dem wir unsere Spannungen anpassen, mit einer Inspiration einzusetzen, während der unangenehme, von dem wir uns abwenden, eine Exspiration hervorruft. Werden wir mit kaltem Wasser übergossen, so exspirieren wir, und auch der Schrei ist ja Exspiration. Erwarten wir aber einen mässig starken Reiz und er tritt ein in der Stärke, die wir vermuteten, so wird die angenehme Wahrnehmung von einer schnellen Einatmung begleitet. Mit ihr würde bei den Zeitsinnversuchen die erste Spannung rasch zunehmen, dann mit der Exspiration abnehmen, bis die neue Inspiration das Signal gibt, die Spannung für den zweiten Reiz vorzubereiten und auch diese dann durch die Exspiration zum Sinken gebracht wird. Insofern genau dieselbe Verbindung von Spannung und Atmung natürlich bei dem zweiten Intervall eintreten wird,

auch dort der erste Reiz die Inspiration erzeugen wird, so ist dann nun allerdings die Bedingung erfüllt, von der wir vorher sprachen, dass nämlich beide Zeiten mit denselben Atmungsphasen beginnen; die Genauigkeit der Schätzung wird dadurch erheblich mehr garantiert sein.

Nun ist dieses Verhalten aber durchaus nicht immer zu finden. Wo wir kleine Zeiträume erwarten, wäre es geradezu zweckwidrig; jedenfalls aber tritt dieses sekundäre Hilfsmittel des Zeitsinns, was meine Erfahrungen betrifft, entschieden zurück hinter einem ungleich wichtigeren Faktor. Wir sprachen bisher von der normalen Atmung, bei der die Inspiration durch Muskelarbeit, die Exspiration durch die Elastizität der Lungen erfolgt; wir nahmen dabei an, dass wir diese Atemzüge mehr oder weniger beobachten oder wenigstens die Eindrücke, welche sie im Bewusstsein hinterlassen, dem Gedächtnis einprägen, und liessen völlig unberücksichtigt, dass von dem Augenblick an es nicht mehr die normale Atmung ist. Der Einfluss der Aufmerksamkeit auf die Atmung ist so zweifellos, dass die beobachtete Atmung jedenfalls Modifikationen aufweisen wird gegenüber der achtlos vollzogenen. Ich nahm in diesem Sinne für gewöhnlich eine dreifache Aenderung an mir wahr.

Erstens ist das Tempo meist ein etwas verlangsamtes; so wie die Spannung und Entspannung der Sinnesmuskeln hingezogen wird, so wird auch jeder Atemzug langsamer; jede Phase desselben tritt dadurch deutlicher ins Bewusstsein. Zweitens fällt die Pause zwischen dem Ende der Ausatmung und dem Anfang der Einatmung weg, ein Erfolg, der im höchsten Masse zweckmässig sein muss. Jene Ruhepause, die für gewöhnlich etwa ein Drittel Zeit des normalen Atemzuges in Anspruch nimmt, ist ja psychisch ohne jede Repräsentation. In ihr nimmt keine Empfindung zu und keine ab; fällt der Reiz in diese Pause, so fehlt uns, wenn die Spannungen und Entspannungen den respiratorischen Hebungen und Senkungen entsprechen, jeder

Massstab, um den Moment des Eindrucks zu bezeichnen und für die Reproduktion festzuhalten. Die Pause ist, weil in ihr keine Spannungsempfindung wächst oder abnimmt, für uns völlig zeitlos und inhaltsleer. Vermögen wir die Ausatmung aber so hinzuziehen, dass an ihrem Schluss schon neues Sauerstoffbedürfnis, neuer Inspirationsreiz vorhanden ist, so wird kein toter Punkt übrig bleiben, der ganze Zeitraum ist von wechselnden Empfindungen erfüllt.

Das aber führt auf die dritte Veränderung unter dem Einfluss der Aufmerksamkeit. Wir können die Elastizität unserer Lunge nicht willkürlich beeinflussen; eine willkürliche Beherrschung der Exspiration kommt vielmehr nur dadurch zu stande, dass wir einerseits den exspiratorischen Druck durch aktive Muskelarbeit ergänzen, andererseits der Elastizitätswirkung durch Kontraktion der Inspirationsmuskeln bestimmten Widerstand entgegensetzen; indem wir den motorischen Impuls zu diesen Antagonisten so verteilen, dass der exspiratorische Muskeldruck zusammen mit dem Elastizitätsdruck gerade etwas stärker ist als der hemmende Widerstand der Inspiratoren, können wir die Ausatmung beliebig lange hinziehen. Ist aber auf diese Weise der Ausatmungsmuskelapparat erst in Thätigkeit geraten, so fühlen wir, wie er auch bei der Einatmung nicht unthätig bleibt, sondern jetzt in genau umgekehrter Weise die Inspiration hemmt und hinzieht. So wird denn die Atmung zu einem genau abgemessenen Spiel der bei der Einatmung wie bei der Ausatmung gemeinsam beteiligten Antagonisten. Beide Thätigkeiten werden dadurch völlig symmetrisch, und das Resultat ist, dass unter diesen Umständen nicht nur Einatmung und Ausatmung ohne Pause sich ablösen und somit einen kontinuierlichen Zeitmassstab bieten, sondern dass beide genau gleich lange dauern und dadurch den Massstab erheblich verbessern.

Doch die inneren Erlebnisse sind noch nicht erschöpft. Nach zwei Richtungen nehme ich noch Variationen dieses

Prozesses wahr, die leicht verständlich sind. Die zunehmende Spannung sollte die Inspiration begleiten, wie diese auch sonst durch Muskelspannungen charakterisiert war; nun sehen wir, dass bei der genau regulierten Atmung der feineren Zeitschätzung auch die Exspiration durch aktive Muskelarbeit erfolgt. Es entspricht dem, dass in der That zuweilen der Rhythmus der Spannungen sich dem anpasst, derart, dass jede Exspiration ebenso wie jede Inspiration von einer protrahierten Spannungszunahme begleitet ist, dem dann beim Beginn der neuen Atmungsphase eine sehr schnelle Entspannung wie ein Auftakt vorangeht. Trotzdem ist diese Erscheinung selten, weil die aktive Kraft der Inspiration natürlich stärker ist, als die der Exspiration, bei welcher doch immer die Elastizitätsverhältnisse am kräftigsten wirken; vor allem aber sahen wir, dass die Verbindung von Inspiration und Spannung durch veränderten Tonus des motorischen Centralorgans bedingt zu sein scheint, der bei der Exspiration offenbar gerade den entgegengesetzten Charakter besitzt, gleichviel ob aktive Muskelleistung bei der Exspiration mithilft oder nicht.

Viel häufiger schien mir ein anderes einzutreten, nämlich die willkürliche Unterbrechung der Einatmung und Ausatmung, resp. der Spannung und Entspannung durch stossartiges Absetzen und Wiederansetzen. Die einzelne Einatmung und genau so die Ausatmung wird in zwei, drei, selbst vier Abteilungen zerlegt, deren jede mit einem forcierten Muskelstoss beginnt und mit der Fixierung des Brustkorbs in bestimmter Stellung endigt. Zwischen jeder Abteilung ist dann ein Moment Pause und der ganze Atemzug zerfällt dadurch in vier, sechs, acht gleichlange Teile. Sind die zu schätzenden Zeiten gross, die unwillkürliche Verlangsamung der Atmung also erheblich, damit die Zahl der die Zeit ausfüllenden Atemzüge nicht zu gross wird, so ist diese Untereinteilung sicher das einfachste Mittel, um auch den beliebig verlängerten Atemzug, resp. die so verlangsamte

Spannungszunahme in jeder Phase dem Bewusstsein gegenwärtig zu erhalten und bei der nachträglichen Reproduktion wieder genau dasselbe Spannungsstadium herzustellen. Ich merkte, dass ich bei sehr langen Zeiträumen unabsichtlich die Atemzüge zuweilen sogar in zehn oder zwölf Abschnitte zerlegte, selbstverständlich ohne zu zählen, wie auch die Zahl der Atemzüge nie gezählt wird. Auch sie ordnen sich vielmehr einer rhythmischen Gliederung unter; ist die Zeit von vier Atemzügen ausgefüllt, so erhält der Inspirationsdruck des ersten und dritten noch einen kleinen stossartigen besonderen Accent, der beim ersten wieder stärker als beim dritten. Es ordnet sich dadurch eine beliebige, nicht zu grosse Zahl von Atemzügen wie die Teile eines Taktes an, so dass sie ohne begleitende Zahlvorstellung als Ganzes aufgenommen und als Ganzes reproduziert werden. Andererseits kann die Zerlegung des Atemzuges auch gerade bei solchen Zeiten praktisch sein, die zu klein sind, um mit ganzen Atemphasen gemessen zu werden, so dass dann der erste, zweite und dritte Eindruck noch in dieselbe Inspiration fällt und jeder Reiz nur einen verstärkten Anstoss gibt.

Es ist ersichtlich, dass auf diese Weise auch die scharfe Trennung aufgehoben ist, die nach der üblichen Auffassung zwischen den kleinen Zeiten besteht, die unmittelbar unserem Zeitgefühl messbar sind, und den grossen, die nach dem ausfüllenden Vorstellungsinhalt bemessen werden. Für die letzteren pflegt man die Vorstellung während des Zeitablaufs von der nach erfolgtem Abschluss zu unterscheiden. Eine inhaltsarme Zeit von Stunden, Wochen, Jahren erscheint uns während ihres Ablaufs langweilig lang; ist sie durchlebt, so wird sie, eben weil sie so inhaltsleer ist, in der Erinnerung verkürzt und erscheint fast verschwindend klein. Dieselbe Zeit erscheint dagegen im Rückblick lang, wenn sie reich an Arbeit, an Erlebnis, an Abwechslung war, während sie gerade dann während des Verlaufes so schnell zu verfliessen

schien, dass wir uns ihrer gar nicht recht bewusst werden. Ich sehe nun nicht, dass diese Thatsachen so ohne Zusammenhang mit unserer Schätzung unmittelbar wahrgenommener kleiner Zeiten stehen. Wenn uns eine Stunde ohne Inhalt während ihres Ablaufes lang erscheint, so ist diese Vorstellung durch dieselben Empfindungen wachgerufen, mit denen wir das Reizintervall von wenigen Sekunden schätzen; auch jene langweilige Stunde erinnert uns an den Ablauf der Zeit nur dadurch, dass wir immer aufs neue in der Erwartung von aussen kommender Reize Spannungen vollziehen und diese Spannungen in stetiger Erwartung protrahieren, um sie schliesslich doch immer wieder zu entspannen, wenn keine äussere Anregung erfolgt. So treten die Empfindungen der verlangsamten Spannung und Entspannung in den Vordergrund des Bewusstseins und eben dadurch erhalten wir genau wie bei den kleinsten Zeiten den eigentümlichen Sinn für den Ablauf der Zeit. Ist die Stunde aber von wechselnden Erlebnissen erfüllt, so ist, da immer neue Reize sich dann ablösen, von vorbereitenden Spannungen nicht die Rede; die Spannungen wechseln vielmehr im Gefolge der wechselnden Reize. Nie tritt dann also eine Spannung ein, zu der nicht ein entsprechender Reiz gegeben ist; die Spannung, die, wenn sie unbefriedigt bleibt, eine isolierte Spannungsempfindung erzeugt, wird somit stets durch den Reiz befriedigt; die Spannungsempfindung verschmilzt daher mit der Reizwahrnehmung, und der qualitative Inhalt des Reizes wird die erstere in hohem Masse zurückdrängen. Gerade dadurch aber kommen wir in reich erfüllter Zeit nicht zur Empfindung des Zeitablaufes. Mag das Intervall also zwei Sekunden oder zwei Wochen sein, in jedem Falle ist während des Zeitverlaufs die eigentliche Quelle unseres Zeitgefühls die isoliert wahrgenommene Spannungsempfindung.

Derselbe Parallelismus findet aber auch für die Erinne-

rungsvorstellung statt. Die Stunde voll Inhalt erscheint uns späterhin lang, die inhaltsleere dagegen kurz. Genau dasselbe gilt für die kleinsten Intervalle; wird ein Zeitraum von wenigen Sekunden durch Geräusche ausgefüllt, so erscheint er uns in der Erinnerung länger, als wenn er leer ist. Für die gewöhnlichen Experimente kommt dieser Fall aber nicht in Betracht, weil es sich bei den Schätzungen und Vergleichungen kleiner Zeiträume gar nicht um die reproduktive Erweckung einer einzelnen Vorstellung handelt, sondern um ein Reproduzieren der Zeit selbst durch Erneuerung der begleitenden Empfindungen. Wir erinnern uns an ein Jugendjahr wie an eine Landschaft; den Sekundenzeitraum zweier Pendelschläge aber rufen wir uns dadurch hervor, dass wir die zwischen beiden dazwischenliegenden Spannungsempfindungen durch neue Spannungen unmittelbar erneuern. Eine solche Erinnerung an zwei Sekunden dauert länger als die an eine Sekunde, während die Erinnerung an zwei Jugendjahre nicht länger dauert als die an eines. Ja, wenn es nicht so wäre, wüsste ich überhaupt nicht, an was wir uns eigentlich sonst erinnern sollen, wenn wir einen durch zwei Schläge abgegrenzten leeren Zeitraum uns zurückrufen. Unterdrücke ich den Trieb, die zwischenliegende Zeit durch Erneuerung der Spannungsempfindungen zu reproduzieren, so erweckt mir das Intervall von 10 Sekunden kein anderes Erinnerungsbild als das von 2 Sekunden; in beiden Fällen erinnere ich mich an die beiden Geräusche, während etwas Dazwischenliegendes in beiden Fällen fehlt. Sobald ich mir auch den Zwischenraum vergegenwärtigen will, so fühle ich mich eben genötigt, ihn durch Spannungen in mir zu reproduzieren, oder, was natürlich auf dasselbe herauskommt, konkomitierende Spannungen im selben Stärkeverhältnis, etwa Augenbewegungen oder Handbewegungen zu innervieren, wodurch das Zeitbild in ein Raumbild übertragen wird. Bei der wirklichen Erinnerungsvorstellung, sahen wir, kann die dürftig erfüllte lange Zeit kurz, die reichvariierte kurze Zeit

lang erscheinen; bei jener Erneuerung der den kurzen Zeitverlauf begleitenden Spannungsempfindungen wird aber selbstverständlich das Erinnerungsbild dem Original proportional wachsen, die längere Zeit stets länger erscheinen. Und dennoch begründet auch dieses keinen Gegensatz zwischen grossen und kleinen Zeiten, denn auch grosse Zeiten können wir uns nicht nur durch die einheitliche Vorstellung zurückrufen, sondern ebenfalls durch Erneuerung der den Verlauf begleitenden Empfindungen. Wir können uns in der Erinnerung in die verlebte Zeit zurückversetzen, und, wenn auch natürlich nicht die ganze Zeit noch einmal durchleben, so doch den konstanten Hintergrund von charakteristischen Spannungsempfindungen vollständig erneuern. Thun wir dies, so erscheint die Erinnerung an eine inhaltsleere Stunde durchaus nicht kurz, sondern die Erneuerung der protrahierten Spannungsempfindung erweckt unmittelbar wieder das Gefühl der marternden Langeweile und damit die Vorstellung langsamen Zeitverlaufes. Kurz, erneuern wir die begleitenden Empfindungen, so erscheint auch in der Erinnerung der für das Bewusstsein schnell verflossene Zeitraum kurz, der langsam verflossene lang, mag es sich um Sekunden oder um Jahrzehnte handeln; fassen wir dagegen die durchlebte Zeit in einer einheitlichen Vorstellung zusammen, so ist der Reichtum an Empfindungsinhalt bei den grössten wie bei den kleinsten Zeiträumen der einzige Massstab, nur kommt er bei den kleinen Intervallen der Versuche deshalb nicht zur Geltung, weil dieselben durch begrenzende Schläge markiert werden, zwischen denen kein anderer Eindruck erfolgt, allen solchen Zeiten also die absolute Inhaltsleere gemeinsam ist.

Ich habe damit im allgemeinen geschildert, was ich bei Zeitmessungen in mir wahrnehme und wie ich relativ kleine Zeiten schätze, kurz woraus mein Zeitsinn besteht. Wer sich vergegenwärtigt, welche mannigfaltigen Mittel in Frage kamen, wird zugeben, dass die verschiedenartigsten Kombinationen

da möglich sind. Weshalb bald das eine, bald das andere Hilfsmittel bevorzugt wird, bin ich anzugeben noch ausser stande; ich habe nicht den Eindruck, dass es sich da um regelmässige Verhältnisse handelt. Bald scheint die Körperstellung Einfluss zu haben, etwa ob man sitzt oder steht oder liegt, bald die Ermüdung, bald die Gewöhnung, bald das Bedürfnis nach Abwechselung, vor allem aber die relative Grösse der Zeitstrecken und die Qualität und Intensität des Reizes. Und dennoch schätzte ich unabsichtlich, unter scheinbar genau denselben Bedingungen, einmal mit Atemzügen, die in sechs Abschnitte zerlegt waren, ein andermal mit ungeteilten Atemzügen, einmal mit Spannung bei der Inspiration und Entspannung bei der Exspiration, ein andermal mit Spannung bei Einatmung wie Ausatmung nebst schnell dazwischengeschobener Entspannung, einmal mit scharfem Aufmerken auf die Spannungsverhältnisse des Kopfes, ein andermal mit besonderer Beobachtung der Spannung im Rumpf oder in den Schultern. Nur das eine war ausnahmslos, dass wenn ich zwei gegebene Zeiten verglich oder eine zweite Zeit der ersten gegebenen gleich machen wollte, dass ich dann beim zweiten Intervall aufs genaueste unwillkürlich dieselben Respirationsverhältnisse, dieselben Spannungsverhältnisse, überhaupt alle subjektiven Bedingungen genau so herstellte wie beim ersten Intervall. Sobald ich das absichtlich nicht that, empfand ich genau dieselbe Unsicherheit der Schätzung, als wenn ich zwei Raumgrössen miteinander vergleichen sollte, und dabei die eine nur mit dem Auge, die andere nur mit der Hand abmessen dürfte. Der Massstab kann von Versuchsreihe zu Versuchsreihe wechseln; während eines Versuches aber muss er unverändert bleiben.

Nichts anderes durfte ich bis jetzt aussagen, als was ich thatsächlich bei meinen eigenen experimentellen Zeitschätzungen innerlich erlebt habe; es versteht sich von selbst, dass dieses subjektive Erfahrungsmaterial noch nicht zur Beantwortung der Frage ausreicht, ob dasselbe auch von allen

anderen erlebt wird oder ob andere wirklich noch über einen besonderen Zeitsinn verfügen. Der Umstand, dass ich bei versuchtem Verzicht auf die charakterisierten Hilfsmittel überhaupt keiner Zeitschätzung fähig bin, legt mir ja allerdings die Vermutung überaus nahe, dass auch der Zeitsinn, von dessen Funktion die früheren Untersucher so viel zu berichten wissen, den sie aber bezüglich seines Wesens nie geprüft, sich auf jene Veränderungen der Spannungsempfindungen reduzieren wird. Ich werde deshalb natürlich nicht annehmen, dass gerade alle diejenigen Variationen, an die ich mich gewöhnt, auch von jedem anderen bevorzugt werden und muss vor allem es als wahrscheinlich betrachten, dass andere noch so manche Modifikation der begleitenden Spannungen oder der respiratorischen Bewegungen benutzen werden, die mir weniger oder gar nicht geläufig ist, vielleicht synchrone Spannungen in den Beinen oder in den Händen innervieren oder derlei, aber dass prinzipiell dieselben Verhältnisse überall wiederkehren, erscheint mir in der That am wahrscheinlichsten.

Dennoch wird diese Vermutung objektiver Stützen bedürfen. Wir werden vor allem untersuchen müssen, ob die Erfahrungen der früheren Beobachter ebenfalls für diese Auffassung sprechen oder nicht. Eine direkte Bestätigung der geschilderten Vorgänge dürfen wir freilich nicht erwarten, da, wie gesagt, sich niemand bisher damit beschäftigt hat, zu beachten, was unser Zeitsinn ist und mit welchen Hilfsmitteln er arbeitet. Dagegen liesse sich aus den beobachteten Leistungen und vor allem aus den gelegentlichen Bemerkungen früherer Beobachter über den Verlauf ihrer Untersuchungen doch vielleicht eine indirekte Bestätigung oder Widerlegung unserer Vermutung ermitteln.

Am wenigsten werden uns dabei die offiziellen Gesamtresultate der älteren Arbeiten interessieren, weil in ihnen keine unmittelbare Wahrnehmung, sondern erst der berechnete Durchschnitt aus zahlreichen Einzelwahrnehmungen zum

Ausdruck kommt: in den Durchschnittszahlen wird vielleicht manche Andeutung der psychischen Vorgänge verloren gehen, die bei den Resultaten der einzelnen Versuchsreihe noch deutlich wahrnehmbar ist. Dennoch müssen wir natürlich zunächst bei diesen Hauptresultaten stehen bleiben. Wir kennen ihren Inhalt schon aus dem historischen Ueberblick. Wir entsinnen uns, dass die auffälligste Thatsache die angebliche Periodizität unseres Zeitsinns sein sollte, dass aber methodologisch mindestens ebenso auffällig die andere Thatsache war, dass nämlich die Zeitsinnperioden bei keinem der bisherigen Beobachter übereinstimmten, der eine alle Multipla von 0,75, der zweite nur die Multipla von 1,25 und der dritte die von 1,5 Sekunden am genauesten schätzte, während zwischen diesen Multiplen relative Maxima der Ungenauigkeit lagen. Sowohl die beobachteten Erscheinungen als auch die Abweichungen der Beobachtungen dürften nun leicht erklärbar sein, wenn wir voraussetzen, dass der Zeitsinn jener früheren Berichterstatter auf ähnlichen Verhältnissen beruht, wie die an mir erlebte und geschilderte Methode der Intervallschätzung.

Nehme ich beispielsweise an, derjenige, der Multipla von 1,5 am genauesten schätzte, mache bei ruhigem Sitzen zwanzig Atemzüge in der Minute, so dass jeder Atemzug 3 Sekunden dauert, und in geschilderter Weise wechsle Inspiration und Exspiration ganz symmetrisch ohne Pause. Nun sind die Versuche so angestellt, dass drei Schläge erschallen; es soll die Zeit zwischen zweitem und drittem Schlag mit der zwischen erstem und zweitem verglichen werden. Fällt nun der erste Schlag beispielsweise auf den Beginn der Inspiration oder der Exspiration, so muss der zweite Schlag, wenn das Intervall ein Multiplum von 1,5 Sekunden ist, ebenfalls genau auf den Beginn der Inspiration oder der Exspiration fallen; der Massstab eines halben Atemzuges wird also gerade in dem gegebenen Zeitraum ohne Rest aufgehen, die Schätzung somit aufs exakteste durchführbar sein. Sobald das Intervall dagegen zwischen den Multiplen liegt, etwa 2 oder 4 oder

5 Sekunden beträgt, so kommt, wenn beispielsweise der erste Schlag zum Beginn eines halben Atemzuges eintraf, der zweite mitten in den halben Atemzug hinein. Entweder geht in diesem Fall die Atmung und mit ihr synchrone Spannung und Entspannung weiter fort, dann wird die ganze Schätzung auch objektiv unsicher, weil die Empfindungen nicht unmittelbar vergleichbar sind. Oder, was bei mir häufiger eintritt, man versucht, beim zweiten Schlag schnell wieder dieselbe Atmungsphase herzustellen wie beim ersten, also wenn beim ersten Ton ein halber Atemzug, vielleicht eine Inspiration anfing, beim zweiten nun auch schnell eine Inspirationsbewegung einzuleiten; vergegenwärtigen wir uns aber, dass die Erneuerung des motorischen Inspirationsimpulses etwa in der Mitte einer Inspiration einen ganz anderen respiratorischen Effekt haben muss als am Ende einer Exspiration, dass die Atmung trotz des subjektiv gleichen Anstosses objektiv tiefer wird, die nachfolgende Exspiration dadurch unwillkürlich länger wird, ohne dass wir subjektiv eine Veränderung wahrnehmen, so ist es klar, wie sich dadurch gewissermassen unter unseren Händen der Massstab vergrössert, mit dem wir messen und somit die Ungenauigkeit der Schätzung in jedem Falle um so grösser wird, je mehr die Zeit von den Multiplen der Zeit eines halben Atemzuges entfernt ist.

Dieses Verhältnis muss aber sofort sich ändern, wenn, wie ich besonders bei kleinen Zeiten zu thun geneigt bin, der Beobachter seine Inspiration wie seine Exspiration durch willkürliches Hemmen der Muskelthätigkeit in je zwei successive Teilbewegungen spaltet; jeder viertel Atemzug ist jetzt das Normalmass, seine Multiplen müssen Maxima der Genauigkeit geben. Es ist sehr möglich, dass dieser Fall bei demjenigen zutraf, der die Multipla von 0,75 Sekunden am exaktesten schätzte. Ebenso möglich aber wäre es, dass, wie ich ebenfalls an mir zuweilen beobachtete, die Absicht möglichst genau zu schätzen, den betreffenden unwillkürlich zu einer schnelleren oberflächlichen Respiration führte, so dass

0,75 schon die Zeit eines halben Atemzuges bedeutete, oder dass diese Zeit unabhängig von der Atmung lediglich auf die Verhältnisse der Spannung und Entspannung in den Kopfmuskeln hinweist, wo in der That bei schwachem Spannungsanstoss nach etwa dreiviertel Sekunden der von dem Ermüdungsgefühl ausgehende Entspannungsreiz so angewachsen zu sein pflegt, dass er den Spannungsreiz überwindet und zur Entspannung führt; derart, dass beim Aufhören der Spannungsempfindung der Entspannungsreiz verschwindet und der fortbestehende motorische Impuls wieder zur Spannung führt, so dass ein von der Atmung unabhängiger Rhythmus von Spannung und Entspannung entsteht, der freilich meistens mit der Atmung verkoppelt wird. Dass andere Atmungsfrequenz oder andere Einteilung der Atemzüge auch die Zeit von 1,25 Sekunden zum Normalmassstab machen kann, versteht sich nach dem Vorhergehenden von selber. So klären sich die Widersprüche und erklären sich die Thatsachen, während unter Verzicht auf die dargestellte Theorie die einen wie die anderen unverständlich bleiben.

Und dennoch ist der zweite Weg, die Theorie zu prüfen, noch wichtiger: wir müssen, statt uns an die berechneten Durchschnittszahlen zu halten, die älteren Berichte daraufhin durchsehen, ob sich nicht gelegentliche Fingerzeige bezüglich unseres Problems auffinden lassen. Gerade kleine Abweichungen von den schematisierten Resultaten vermögen Aufschluss über die Entstehung des Vorganges zu geben. Ich beschränke mich auch hier darauf, dieses und jenes hervorzuheben, ohne die Reihe von Einzelstellen, welche erst durch die dargestellte Theorie Erklärung finden, irgendwie erschöpfen zu wollen. Ich gehe dabei wieder in der chronologischen Reihenfolge vor.

Um mit der ältesten der zitierten Arbeiten, der von Mach, zu beginnen, so erwähnt er (S. 144), dass die Zeitempfindlichkeit des Ohres grösser als die eines anderen Sinnes sei. Wir schätzen also Zeiten genauer, wenn sie durch Gehörs-

eindrücke begrenzt sind, als wenn sie etwa durch Lichtreize bezeichnet werden. Die übliche Zeitsinnauffassung kann diese Thatsache keinem systematischen Zusammenhang einordnen, während sie auf dem Boden der Spannungstheorie leicht begreiflich ist, denn es ist bekannt — es sei nur an Marschmusik, Tanzen und ähnliches erinnert — dass der Reflexbogen zwischen Ohr und Muskel die Erregung viel leichter weiterträgt als etwa der vom Auge. Die Gehörsreize werden also die Spannungen schärfer, präziser, deutlicher anregen, als es die Lichtreize vermögen.

Höring meint (S. 7), dass wenn die Schallstärke in Hauptzeit und Vergleichszeit ungleich ist, dass dann das Urteil wesentlich erschwert wird. Ich sehe nicht, was es den „Zeitsinn" kümmern soll, ob ihm die zu vergleichenden Zeiten durch ungleich starke Geräusche abgegrenzt werden oder durch gleiche. Der Zeitsinn soll ja nur das wahrnehmen, was zwischen den Eindrücken liegt, soll also nur die leere verfliessende Zeit beurteilen. Vergegenwärtigen wir uns aber, dass der starke Eindruck eine kräftigere Spannung und sekundär oft sogar eine tiefere Respiration anregt als der schwache, so ist die Ungleichheit des Massstabs damit gegeben, die Schwierigkeit der Beurteilung selbstverständlich.

Vierordt sagt (S. 16): Wir wissen nicht, mit welchem Masse die zeitmessende Seele misst. So wie diese Bemerkung eine deutliche, seinen Nachfolgern verloren gegangene Einsicht in die bisherige Lücke unserer Kenntnisse verrät, freilich ohne den Versuch sie auszufüllen, so kommt auch seine Darstellung, wenn auch in ganz unbestimmter Form, dem thatsächlichen Geschehen am nächsten. Wenn er beispielsweise (S. 51, 52) angibt, bei kurzen Zeiten hüpft die Empfindung von einem Taktteil zum anderen, bei längeren Intervallen scheint die Zeit für unser Gefühl immer mehr anzuschwellen, so kann ich mir in der That kaum einen glücklicheren Veranschaulichungsversuch der betreffenden Spannungsverhältnisse denken.

Einen tieferen Einblick in den Vorgang lässt aber eine andere Betrachtung gewinnen. Vierordt arbeitete nach der Methode der mittleren Fehler und reproduzierte die gegebene Zeit selber, wobei zwischen dem Ende der gegebenen Hauptzeit und dem Beginn der nachgemachten Vergleichszeit ein Intervall blieb. Die Dauer dieses Intervalles, meint er nun (S. 54), muss der Versuchsperson überlassen bleiben, weil sie sonst beim Beginn der Vergleichszeit nicht gerade in der richtigen Stimmung wäre. Weshalb der Zeitsinn im einen Moment in besserer Stimmung sein soll als in einem anderen, zumal die Grenzwerte, zwischen denen er die Auswahl hat, doch ganz klein sind, das ist nicht recht ersichtlich; wer aber an sich beobachtet hat, welch grossen Unterschied es bei den Zeitversuchen macht, ob die Vergleichszeit mit derselben oder mit einer anderen Atmungsphase beginnt als die vorangegangene Hauptzeit, der weiss, dass nur im ersteren Falle wir das Gefühl haben, wirklich genau dasselbe herzustellen und dieses Gefühl ist in der That die rechte Stimmung. — Und noch eine andere Stelle sei hervorgehoben. Nur bei Zeiten, die kleiner als 2 Sekunden sind, sagt Vierordt (S. 139), kommen die Einzelsinne als solche in Betracht; jenseits dieser Grenze werden die Leistungen des Zeitsinns nicht mehr modifiziert durch die Natur des in Anspruch genommenen Spezialsinnes. Auch das scheint mir von vornherein erklärlich. Die verschiedenen Sinne lösen die Spannungen in verschiedener Stärke aus und so werden kleine Zeiten, deren Messung vor allem von den direkten Spannungen im Gebiet der Sinnesapparate abhängt, in der Schätzungsgenauigkeit variieren; sobald die Zeit dagegen die Dauer eines ganzen Atemzuges erreicht oder gar mehrere Atemzüge überdauert, so werden die Zeitverhältnisse der Atmung völlig in den Vordergrund treten, die Messung daher von den Einzelsinnen unabhängig sein.

Aus den Leipziger Arbeiten scheint mir am bemerkenswertesten das, was Kollert, Estel, Mehner über die grössten,

noch bequem zu schätzenden Zeiten aussagen. Den Kollertschen Beobachtern, die mit sehr kleinen Metronomzeiten arbeiteten, erschien 1,5 Sekunden eine unbequem lange Zeit; den Estelschen Versuchspersonen waren 2 bis 3 Sekunden sehr angenehm, aber 6 Sekunden schon recht lang, und nur an einzelnen Tagen gelang es, freilich mit starker Ermüdung, noch 8 Sekunden zu schätzen (S. 50); Mehner dagegen konnte 12 Sekunden und mehr ohne Anstrengung schätzen (S. 553). Es ist doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass, wenn dem einen 1,5 Sekunden unbehaglich lang, dem anderen 12 bis 15 Sekunden noch ganz bequem sind, beide auf dieselbe Weise mit denselben Hilfsmitteln schätzen sollten und der ganze Unterschied in einer verschiedenen Organisation des Zeitsinns begründet sein sollte. Sehr viel wahrscheinlicher dürfte es doch sein, dass beide mit ganz verschiedenem Massstab messen. Wer durch die Beschäftigung mit ganz kleinen Zeiten sich daran gewöhnt hat, lediglich auf die sinnlichen Spannungen und Entspannungen sein Urteil zu stützen, die Atemzüge, welche für so kleine Zeiten nicht in Betracht kommen, ganz unbeachtet zu lassen und vor allem die Zeit durch eine einzige Spannung vielleicht auszufüllen, der weiss natürlich mit 10 Sekunden überhaupt nichts anzufangen. Wer dagegen von vornherein verhältnismässig grosse Zeiten geschätzt und sich gewöhnt hat, vor allem die Empfindungen der protrahierten Atemzüge zu berücksichtigen, der wird ohne subjektives Unbehagen auch noch grössere Zeitstrecken zu beurteilen vermögen.

Wenn den Estelschen Versuchspersonen 2 bis 3 Sekunden die angenehmste, 6 bis 8 Sekunden eine stark ermüdende Zeit erscheinen, und bei noch grösseren Intervallen sie eine Einteilung vorzunehmen sich genötigt sehen, so spricht das einfach dafür, dass unter den besonderen Bedingungen ihres Versuches es am natürlichsten war, das Intervall vom ersten bis zum zweiten Schlag und ebenso das vom zweiten bis zum dritten mit je einer anwachsenden Spannung entsprechend

einer protrahierten Inspiration mit sehr schnell auf den ersten und zweiten Eindruck folgender Entspannungsexspiration auszufüllen. Bei 8 Sekunden musste dann die Inspiration schon ermüdend lange forciert werden. Dauerte die Zeit aber noch länger, so reichte die eine Inspiration nicht mehr aus, ein neuer Atemzug musste beginnen und dieses neue Einsetzen wurde als so ungewöhnlich gegenüber den anderen Versuchen empfunden, dass es die Aufmerksamkeit besonders auf sich lenkte, und die Vorstellung einer unzulässigen, womöglich von associierten Zahlvorstellungen begleiteten Hilfseinteilung hervorrief. Diese Hilfseinteilung wurde dagegen von Mehner wahrscheinlich schon bei kleinen Zeiten angewandt, so dass er zu relativ grossen übergehen konnte, ohne eine Aenderung seines Verfahrens wahrzunehmen, und dennoch konnte er mit Recht behaupten, dass er auch die grossen Zeiten nicht einteile, insofern er darunter nicht den periodischen Empfindungswechsel der Atembewegung, sondern eine durch besondere Accente markierte Abgrenzung verschiedener Teile verstand.

In ebenso einfacher Weise lösen sich die Schwierigkeiten der Kontrastwirkung im Gebiete des Zeitsinnes. Estel sagt darüber (S. 55): Es ergibt sich das wichtige Resultat, dass eine kurze Zeit die nachfolgende noch länger erscheinen lässt, und eine lange die nachfolgende kürzere noch mehr verkürzt. „Von den bis jetzt bekannten Kontrastwirkungen unterscheidet sich die vorstehend konstatierte dadurch, dass sie offenbar eine rein psychische ist, indem bei ihr physiologische Hypothesen, wie sie z. B. zur Erklärung des Farbenkontrastes ersonnen wurden, ausgeschlossen sind.“ Ich halte diese letztere Behauptung nicht nur für unbegründet, sondern für durchaus verfehlt; gerade eine physiologische, richtiger psychophysische Auffassung ermöglicht eine Erklärung der Erscheinungen und reiht sie damit völlig in die Konsequenzen der Spannungstheorie ein. War die gegebene Hauptzeit grösser als wir erwartet, so werden wir beim Beginn der Vergleichszeit die vorbereitende Muskelspannung von vornherein stärker in-

nervieren, der Massstab wird dadurch unwillkürlich vergrössert, die kleinere Zeit, an demselben gemessen, wird somit noch kleiner erscheinen. War umgekehrt die Hauptzeit wider Erwarten kurz, so spannen wir bei der Vergleichszeit schwächer an, Spannung und Entspannung dauert somit kürzer, die längere Zeit wird dadurch noch länger erscheinen. Um solche Kontrastwirkung handelt es sich auch vermutlich bei denjenigen Versuchen, die von den älteren Beobachtern als anomale von den normalen gesondert wurden und etwa ein Viertel der angestellten Versuche betrugen; sie wollten sich den gefundenen Gesetzen nicht anpassen. An und für sich spricht das nun zunächst dafür, dass bei jenen Versuchen durch irgendwelche Umstände, wie Ermüdung, veränderte Stellung oder ähnliches, die psychophysischen Schätzungsbedingungen verändert waren, die Atmung beschleunigt u. s. w. Dass der Kontrast dabei aber mitwirkt und nicht etwa die absoluten Zeitgrössen an den „anomalen" Resultaten schuld sind, ergibt sich daraus, dass die Meistzahl solcher abweichenden Ergebnisse für Kollert, der mit kleinen Grössen arbeitete, etwa bei 0,4 Sekunden lag, und bei 1,5 gar keine vorkamen, während bei Estel das Maximum der Anomalien bei 1,8 bis 2 Sekunden liegt, d. h. bei denjenigen Grössen, welche unter den von ihm untersuchten die kleinsten sind.

Noch zwei Punkte hebe ich aus der Mehnerschen Arbeit hervor. Er fand (S. 553), dass wenn der dritte Hammerschlag zu schwach ist, das Intervall kürzer erscheint; wenn er aber zu stark ist, erscheint es länger. Offenbar ruft der zweite und dritte Schlag am Schluss des ersten und des zweiten Intervalls eine von der Intensität des Schlages abhängige Spannung reflektorisch hervor, die sich mit der Erwartungsspannung summiert; ist durch die Schwäche des dritten Schlages die Summe am Ende des zweiten Intervalls kleiner als die Summe am Schluss des ersten, so erscheint das zweite Intervall kürzer; genau derselbe Effekt nämlich wäre dann eingetreten, wenn das Intervall wirklich kürzer

gewesen wäre, da dann die erwartende Spannung beim Eintreffen des dritten Reizes noch nicht die Höhe erreicht hätte, die sie beim zweiten Reiz hatte. Umgekehrt muss, wenn die Schlusssumme grösser ist, das Intervall vergrössert erscheinen.

Und noch eines. Mehner sagt (S. 591), Uebung sei bei diesen Versuchen so notwendig, dass schon etwa eine vierzehntägige Pause die Versuche ganz unsicher macht. Ich denke, das spricht deutlich genug dafür, dass es sich hier nicht um unsere gewöhnliche Zeitschätzung handelt, sondern um die Beobachtung einer Empfindung, die wir normalerweise kaum beachten. Ergänzt wird diese Bemerkung durch ein Wort von Glass. Er klagt (S. 438), dass zuerst sich Vorstellungen in die leere Zeit einschieben; erst allmählich lernt man, „seine Aufmerksamkeit gänzlich auf das zu schätzende Intervall konzentrieren“. Ich habe den Eindruck, dass, was Glass allmählich gelernt hat, nichts weiter war, als seine Aufmerksamkeit auf die wechselnden Empfindungen der durch die Reize und die Respiration ausgelösten Spannungen und Entspannungen so zu konzentrieren, dass er in ihnen einen Massstab für die Zeit zwischen den Reizeindrücken fand.

III.

Eines bleibt mir noch übrig: nicht das unwichtigste. Ich habe zuerst meine subjektiven Erfahrungen beim Zeitschätzen dargestellt, habe dann versucht, auf dem Boden dieser Erlebnisse eine in sich geschlossene Theorie des Zeitsinns aufzustellen, habe darauf nachgewiesen, dass sich mit Hilfe dieser Theorie alle bisher gewonnenen und nie weiter erklärten Resultate, sowie nicht minder die Abweichungen in den Resultaten der verschiedenen Autoren durchgängig erklären lassen, und habe schliesslich, nicht erschöpfend, sondern nur gewissermassen bei einzelnen Stichproben gezeigt, wie auch die gelegentlichen Bemerkungen der älteren Beobachter

erst von dieser Theorie aus verständlichen Zusammenhang gewinnen. Was mir noch erübrigt, ist klar. Ich muss Versuche anstellen, die so zugespitzt sind, dass sich aus ihren zahlenmässigen objektiven Ergebnissen ein deutliches Urteil über die Berechtigung oder Nichtberechtigung der aufgestellten Theorie ergeben muss. Ueber Versuche dieser Art, zunächst über die Methode, dann über die Resultate habe ich nun zu berichten. Sämtliche Versuche stellte ich gemeinsam mit den Herren stud. astr. Hausdorff und stud. rer. nat. Kalchthaler an.

Als Hilfsmittel benutzten wir den mehrfach erwähnten von Wundt konstruirten Zeitsinnapparat in der Anordnung, welche Glass verwertete; bei der grösseren Zahl der Versuche kam noch eine nicht unwesentliche Modifikation hinzu, von der unten berichtet ist. Als Methode kam ausschliesslich die der mittleren Fehler zur Anwendung; es wurde also stets eine Normalzeit gegeben und die Versuchsperson musste die Vergleichszeit durch eigene Thätigkeit so abgrenzen, dass sie der Normalzeit gleich ist. Der dabei sich einstellende objektive Fehler wurde in seinem Durchschnittswert als konstanter Fehler gemessen und überdies die mittlere Abweichung von demselben festgestellt. Die beiden ersten Eindrücke wurden durch einen elektromagnetischen Hammer erzeugt, der mit kräftigem Schlag auf den Amboss niederfiel, sobald ein elektrischer Strom geschlossen wurde. Der Schluss des Stromes trat aber dann ein, sobald der Zahn des Uhrwerkrades an den, auf graduiertem Holzring verschiebbaren Auslösern vorüberging, da der eine Draht von der Batterie direkt zu dem Metallrad, der andere durch den Elektromagneten ging und von diesem sich zu den verwerteten zwei oder drei Metallauslösern gabelte. Sobald der Zahn den Hebel eines Auslösers berührte, erfolgte ein Schlag. Nun war die Geschwindigkeit des Rades durch die Windflügel so reguliert, dass es zu einer Umdrehung 36 Sekunden gebrauchte, der Vorbeilauf des Zahnes an einem der 360 Grade des Holz-

ringes mithin ein zehntel Sekunde in Anspruch nahm. Waren die Auslöser um 30 Grad voneinander entfernt, so betrug die Zeitdauer zwischen den beiden Hammerschlägen also 3 Sekunden.

Wurde zwischen Normal- und Vergleichszeit ein Intervall gemacht, so musste die Berührung eines dritten Auslösers einen dritten Schlag hervorbringen, um den Beginn des zweiten Zeitraumes anzugeben; fiel das Intervall, wie gewöhnlich, fort, so war der zweite Schlag die Scheide zwischen erster und zweiter Zeitgrösse. In beiden Fällen aber galt es nun, dass die Versuchsperson selbst das Ende des zweiten Zeitraumes der Schätzung gemäss angibt. Glass bewegte zu diesem Zweck mit der Hand einen Arretierhebel, welcher das Uhrwerk augenblicklich anhält; aus der Stellung des Zahnes über der Gradeinteilung des Holzringes ergab sich, wie gross die Vergleichszeit war. Bei den ersten Versuchsserien bedienten wir uns desselben Hilfsmittels, freilich unter Berücksichtigung einiger Bedenken gegen die Glasssche Arbeit. Glass hat vor allem allein gearbeitet, hat die Auslöser selbst eingestellt und die, auf den Apparat gerichteten Augen erst dann geschlossen, wenn er den Metallzahn dem ersten Auslöser nahekommen sah (S. 438). Ich halte das für eine wesentliche Fehlerquelle. Die Versuchsperson erhält, wenn sie die Entfernung der Auslöser selbst sieht, sie mag es wollen oder nicht, eine zahlenmässige Vorstellung von der Grösse der Normalzeit und diese Association macht ihren Einfluss um so kräftiger geltend, je grösser die Uebung ist, d. h. je genauer die Erinnerungsbilder bestimmter Zeitabschnitte durch häufige Wiederholung sich eingeprägt haben. Die Schätzung der Vergleichszeit richtet sich dann nicht mehr nach der Wahrnehmung der Normalzeit, sondern nach der Vorstellung von der Grösse der abgelesenen Sekundenzahl. Wir haben daher ausnahmslos so gearbeitet, dass die Versuchsperson den Apparat überhaupt nicht während der Versuche zu sehen bekam; der eine stellte die Auslöser ein, der andere schätzte

und der dritte führte Protokoll, bis nach einer Viertelstunde alle drei Funktionen gewechselt wurden.

Prinzipiell interessanter ist ein anderes. Glass hält den Wert der Vergleichszeit, wenn er auf die geschilderte Weise ermittelt ist, für zu gross. Es soll zu der wirklich als gleich geschätzten Zeit — Glass nennt sie Fehlzeit — durch die besondere Versuchsanordnung noch eine Extrazeit hinzukommen, welche sich aus drei Faktoren zusammensetzt, „nämlich erstens aus jener Zeit, welche vergeht, um von dem Urteil, dass die Fehlzeit der Normalzeit gleich sei, zu dem Entschluss überzugehen, den Gang des Uhrwerks zu hemmen; dazu kommt zweitens die Zeit, welche nötig ist, den Bewegungsimpuls auszulösen, und drittens wird noch Zeit verbraucht, um den Hebel zu verrücken". Nun ist ja freilich die ganze Summe dieser drei Fehler winzig klein; Wundt gibt dafür 0,08, Glass sogar nur 0,05 Sekunden an, dennoch aber scheint es prinzipiell nicht gleichgültig, ob wir berechtigt sind oder nicht, die abgelesene Zeit um diese Grösse zu korrigieren. Ich bin der Ueberzeugung, dass eine solche Berechtigung nur aus einer Selbsttäuschung ableitbar ist, dass die gleich geschätzte Zeit nicht dann endet, wann wir den Entschluss fassen, das Uhrwerk zu hemmen, sondern wirklich erst dann, wann das Uhrwerk steht, oder richtiger, w i r f a s s e n d e n E n t s c h l u s s n i c h t e r s t, s o b a l d d i e g l e i c h g e s c h ä t z t e Z e i t f e r t i g i s t, s o n d e r n w i r f a s s e n i h n, s o b a l d e s Z e i t i s t, i n d a s U h r w e r k s o e i n z u g r e i f e n, d a s s e s g e r a d e z u m S c h l u s s d e r g l e i c h g e s c h ä t z t e n Z e i t s t i l l s t e h t. Was würde wohl aus einem Orchester werden, wenn jeder, der beispielsweise nach einer Pause mit Taktanfang einsetzen soll, abwarten würde, bis nach seiner Schätzung der Takt angefangen hat und erst dieses Urteil in ihm den Impuls auslösen würde, den Bogen an die Violine, die Trompete zum Mund zu führen; er würde sicher beim Allegro um einen ganzen Takt zu spät kommen, und selbst wenn der Bogen schon auf der Saite liegen würde, aber erst das Urteil, dass

die Zeit da ist, den Arm in Bewegung brächte, er käme auch noch um einen viertel Takt zu spät. Der Musiker regt vielmehr den Impuls so an, dass der Impulseffekt genau in dem erwarteten Moment eintrifft.

Als ich vor einem Jahr bei der Berechnung meiner Resultate diese von Glass subtrahierte Zeit aus obiger Ueberlegung unberücksichtigt liess, glaubte ich, dass ich mein Vorgehen ausführlich würde motivieren müssen. Ich wollte zeigen, dass, wenn es gilt eine Zeit einer anderen durch eine Reagierbewegung gleich zu machen, von einer eigentlichen Reaktionszeit nicht die Rede ist. Seitdem ist, durch eine ganz andere rein medizinische Frage angeregt, dieses Thema aufs erschöpfendste von Martius behandelt worden und ich kann auf dessen gediegene Abhandlung [1]), sowie auf Kräpelins bezügliche Bemerkungen [2]) verweisen. Beide waren angeregt durch die Frage, ob, wenn die Herztöne auskultiert und während der graphischen Aufnahme des Herzstosses die Zeitmomente, in denen der eine oder der andere Herzton erschallt, durch einen einfachen Registrierapparat auf dieselbe Trommel des Kymographions übertragen werden, ob dann die so gewonnenen Markierungen der Herztöne ohne weiteres zeitlich auf das Kardiogramm bezogen werden dürfen oder ob von dem Moment des Hörens bis zu dem des Markierens eine gewisse Uebertragungszeit verloren geht. Das durch exakte Kontrollversuche bewiesene Resultat geht dahin, dass eine solche Uebertragungszeit sich nicht dazwischenschiebt, die Markierung vielmehr gleichzeitig mit dem Schall erfolgt. Kämen die Schallstösse in unregelmässigen Intervallen, so verstände es sich von selbst, dass der Markierungsimpuls erst dann einsetzen könnte, sobald der Schall gehört ist, eine Reaktionszeit also unbedingt verloren ginge. Dadurch aber, dass sie rhyth-

---

[1]) F. Martius, Weitere Untersuchungen zur Lehre von der Herzbewegung. In Zeitschr. f. klinische Medizin, Bd. 15. S. 536 ff.

[2]) Kräpelin, Zur Methodik der Herztonregistrierung. Deutsche med. Wochenschr. 1888 Nr. 33.

misch erfolgen, jeder Schall somit in gleichem Abstand befindliches Signal für den nächsten Schall wird, dadurch wird die Markierungsbewegung so innerviert, dass die Markierung genau mit dem Schall zusammenfällt und würde ein Herzschlag unerwartet ausbleiben, so würde das erst nach erfolgter rechtzeitiger Markierung wahrgenommen werden. Die Nutzanwendung für unseren Fall liegt auf der Hand; drei Eindrücke durch zwei gleiche Intervalle getrennt, sind ja offenbar der charakteristische Beginn einer rhythmischen Reihe. Auch die Glassschen Resultate wären also in diesem Sinne zu korrigieren.

Wenn somit auch die Vergleichszeit völlig korrekt unmittelbar abgelesen werden kann, so scheint mir nun diese Methode, die auch wir zuerst durchweg verwerteten, mit einem misslichen Fehler behaftet. Die Hebelarretierung erfordert nämlich in Anbetracht der Hebelarmlänge und der notwendigen Geschwindigkeit eine relativ so starke Bewegung des Armes, dass dadurch, wie mich die Erfahrung lehrte, der Körperzustand nicht unwesentlich beeinflusst wird. Eine so schnelle kräftige Bewegung löst immer allerlei sekundäre Spannungen aus und wirkt auf Tiefe und Frequenz der Atmung verändernd ein; sollten aber wirklich die Intensitäten unserer Spannungen und die Verhältnisse unserer Atmung die Grundlage unserer Zeitschätzung bilden, so wird ein so lebhafter Eingriff in dieselben unbedingt zu vermeiden sein. Dazu kommt übrigens noch ein zweites. Wenn wir wirklich die Grösse des Intervalls nach der Spannung bis zum Schlusseindruck plus derjenigen Spannung, die der letzte Eindruck selbst hervorruft, schätzen, so wird die Schätzung nur dann richtig sein, wenn in beiden Zeiten der Schlussreiz dieselbe Spannung erfordert; so hörten wir denn auch, dass wenn der dritte Reiz zu schwach ist, die zweite Zeit zu kurz erscheint. Offenbar wird dieselbe Auforderung auch an unsere Versuche gestellt werden müssen, wo zwar das zweite Intervall nicht eigentlich durch einen dritten Reiz begrenzt wird, wo

aber an die Stelle der abschliessenden Reizspannung die aktive Bewegungsspannung tritt. Nun kennen wir dieselbe, wenn wir die Versuche machen; wir antizipieren sie in der Vorstellung und summieren sie statt der beim ersten Intervall ausgelösten Reizspannung zu der Erwartungsspannung hinzu, so dass wir die Erwartungsspannung abschliessen, sobald uns die zweite Summe gleich der ersten erscheint. Infolgedessen muss die Erwartungsspannung zu klein, d. h. die gleichgemachte Zeit zu kurz sein, wenn die Reagierbewegung eine stärkere Spannung erfordert, als wie sie der Schlussreiz des ersten Intervalls hervorrief. Und genau so wie die Spannung antizipieren wir den qualitativen Inhalt des Intervallschlusses; für den ersten Zeitraum war es ein Hammerschlag, für den zweiten wird es das ganz anders beschaffene Geräusch der Radarretierung; beides ist so unähnlich, dass es störend auf die Zeitauffassung einwirkt. Auch dieses war zu vermeiden.

Ich entschloss mich daher bei der zweiten Hälfte der Versuche zu folgender Veränderung. Durch den elektromagnetischen Hammer wurde noch ein zweiter, von dem Apparat unabhängiger Strom geführt, der nur einmal unterbrochen war, indem der Zuleitungsdraht einfach durchgeschnitten wurde. Beide Schnittenden, bei deren Berührung der Strom geschlossen war und ein Hammerschlag entstand, hält die Versuchsperson in den Händen. Sie konnte nun mühelos, recht bequem mit geschlossenen Augen in einem Lehnstuhl sitzend, die beiden Drähte so in den Händen halten, dass bei der geringsten Regung etwa des einen Zeigefingers Stromschluss erfolgte. Viererlei war dadurch erreicht. Erstens war jede starke heftige Bewegung vermieden, zweitens war die ermüdende Stellung unnötig, mit der Glass stets die Hand am Apparat halten musste, drittens konnte für die Stromschlussbewegung jede beliebige subjektive Spannung verwertet werden, also eventuell diese dritte Spannung der zweiten Reizspannung genau gleich gemacht werden, und schliesslich

wurde das zweite Intervall mit qualitativ demselben Inhalt, mit dem Geräusch des Hammerschlags beendet. Die Methode bewährte sich ganz vortrefflich und stets war der Reagierende sicher, dass der dritte Hammerschlag wirklich das Ende der gleichgeschätzten Zeit bezeichnete und nicht erst um eine Reaktionszeit hinter demselben nachhinkte. Ein Uebelstand war natürlich bei dieser Anordnung nicht zu vermeiden. Der abschliessende Hammerschlag brachte ja das Rad noch nicht zum Stehen, es war also die objektive Zeit der Reagierbewegung noch nicht gemessen. Dem gegenüber schien es am einfachsten, dass einer der Assistenten sofort nach erfolgtem Hammerschlag den Arretierhebel bewegt und das Rad festhält; der entstehende Zeitverlust einer echten verkürzten Reaktion ist dann mit einer zehntel Sekunde in Abzug zu bringen. Zuweilen machten wir es auch so, dass beide Assistenten den Radzahn mit den Augen verfolgten und genau aufpassten, über welchem Teilstrich des Kreises er sich in dem Moment befindet, in welchem sie den Schall hören. Bei der relativ geringen Geschwindigkeit des Rades war ein direktes Ablesen ohne erwähnenswerten Fehler auf diese Weise sehr wohl möglich. Beide Wege führten zu denselben Werten; beide sind gleich zuverlässig und die Fehler sind viel zu klein, als dass sie für unsere Zwecke in Anrechnung kommen müssten. Und nun zu den Experimenten selber.

Die Objektivität erheischte, zunächst auch unsererseits die Schätzungen in derselben Art auszuführen, wie sie bisher ausschliesslich vorgenommen waren; es wurde also ein Zeitraum durch zwei Schläge begrenzt und der zweite Schlag diente zugleich als Anfang des zweiten Zeitraums; die Versuchsperson hatte dann zunächst durch Arretierung, später durch einen dritten Schlag den zweiten Zeitraum dem ersten gleich zu machen. Diese Ausgangsversuche wurden in umfangreichem Masse vornehmlich von Herrn Kalchthaler angestellt, während von Herrn Hausdorff und mir nur kleinere Versuchsreihen zur Verfügung stehen. Herr Kalchthaler

wusste damals noch nichts von den theoretischen Anschauungen, die mich beschäftigten und die sich auch bei mir erst während der Versuche klarer gestalteten; er schätzte also unbeeinflusst von irgendwelchen besonderen Theorien. Die Schätzungen erstrecken sich auf die Zeiten von 1 bis 5 Sekunden und zwar unter Zunahme von je ein viertel Sekunde, also 1, dann 1,25, dann 1,5 u. s. w. Ich würde mit den Resultaten eine genaue Tabelle für den Gang des konstanten und eine andere für die Veränderung des variablen Fehlers aufstellen können und wenn ich nach Art der Vorgänger von je dreihundert Versuchen etwa einhundert Versuche, die mir nicht ins Schema passen, als anomale streichen wollte, so würde ich aus den übrigbleibenden eine ganz leidliche Tabelle periodischen Wechsels herausbekommen, dessen Perioden freilich noch wieder eine andere Grösse aufweisen als alle bisher ermittelten. Obgleich diese Tabellen unsere gemeinschaftliche Arbeit eines halben Semesters repräsentieren würden, widerstehe ich der Verlockung, auch nur eine einzige Zahl aus denselben hierherzusetzen, denn nach allen den theoretischen Vorbemerkungen kann darüber kein Zweifel mehr sein, dass ich in diesen Versuchstabellen heute nichts Besseres als scholastisches wertloses Zahlenmaterial erblicke; nichts Besseres, aber etwas Schlechteres: nämlich ein Artefakt, das den Schein erweckt, Naturprodukt zu sein und dadurch die Erfahrungswissenschaft in die Irre führt. Solange ich nicht weiss, was jene Perioden bedeuten und ich sie einfach als Funktionen des grossen Unbekannten, unserer transcendentalen Apperception betrachte, solange habe ich das Problem natürlich nicht gelöst, sondern nur auf ein Gebiet abgewälzt, das einer empirischen psychophysischen Untersuchung unzugänglich ist. Habe ich aber erst erkannt, was jene Perioden bedeuten, habe ich mich erst überzeugt, dass sie nicht unserem Bewusstsein, nicht einem besonderen Zeitsinne, überhaupt nicht dem wahrnehmenden Subjekt zukommen, sondern dem

wahrgenommenen Objekt, insofern bei der Zeitwahrnehmung das eigentliche sinnliche Objekt lediglich die wechselnden Spannungsempfindungen sind und diese periodisch sich ändern vermöge der Reflexverhältnisse unseres Körpers, dann wahrlich wird eine tabellarische Registrierung dieser periodischen Vorgänge ohne genaue Rücksicht auf die physiologischen Prozesse, ohne Rücksicht auf Art und Ort der Spannung, auf Tiefe und Frequenz der Atmung und ähnliches, in meinen Augen nur eine Anhäufung nichts bedeutender Ziffern sein. Es ist, als wenn ein Biologe Tabellen über die Quantität flüssiger Ausscheidung eines Menschen jahrelang durchführen wollte, ohne die Menge und Zeit eingeführter Flüssigkeit zu berücksichtigen; wenn die Versuchsperson am freien Abend mehr trinkt als am Tage, und am Sonntag mehr als an den Werktagen, und im Sommer mehr als im Winter, so wird die Ausscheidungstabelle eine sehr interessante dreifache Periodizität aufweisen, ohne dass es Sinn hätte, daraus auf periodische Funktionen der „Lebenskraft" zu schliessen und die eigentlichen Bedingungen der Periodizität, die wechselnde Stoffzuführung, ausser acht zu lassen. Ich lasse die ganze Sammlung meiner exakten Zahlen somit kaltblütig ungedruckt, obgleich sie genau dasselbe Existenzrecht haben, wie die von Kollert, Estel, Mehner und Glass, und spreche nur von den Versuchen, welche der Frage mit grösserer Rücksicht auf die wirklichen Verhältnisse näher traten.

Von diesen hebe ich vor allem die zwei umfangreichsten, aus etwa vierhundert Versuchen bestehenden Parallelreihen von Experimenten hervor, welche von den Herren Hausdorff und Kalchthaler an mir selber angestellt sind. Es handelt sich um die Zeiten von 6 bis 60 Sekunden. Zwei Schalleindrücke wurden mir gegeben, der zweite Schall, der den Normalzeitraum abgrenzte, diente zugleich als Anfangspunkt der Vergleichszeit; durch die geschilderte minimale Handbewegung löste ich dann einen dritten Schlag zur Begrenzung des zweiten Zeitraumes aus, derart, dass der zweite meiner

Schätzung nach gleich dem ersten wurde. Die beiden Parallelreihen wiesen nun folgenden fundamentalen Unterschied auf. In der ersten Reihe waren die zwischen 6 und 30 Sekunden willkürlich hin und her springenden Normalzeiten durchweg ganze Sekunden, ohne jede Rücksicht auf meine Atmung oder derlei; die Reihe beginnt beispielsweise: 15, 7, 22, 18, 24 . . . Sekunden. Als einzige subjektive Bedingung war die gestellt, dass ich beim Erschallen des zweiten Schlages nicht den regelmässigen Gang der Atmung unterbrechen dürfe, also nicht etwa schnell beim Beginn der Vergleichszeit ausser der Reihe dieselbe Atmungsphase beginnen dürfe, mit der die Hauptzeit begonnen. Es war damit natürlich nicht ausgeschlossen, dass zuweilen zufällig beide Zeiten mit derselben Atmungsphase anfingen, aber die Chance dafür war doch recht klein. Im übrigen musste ich mich natürlich bemühen, so genau wie möglich zu schätzen.

In der zweiten Reihe war die Anordnung eine ganz andere. Der zweite Auslöser, der den zweiten Schlag hervorruft, wurde jetzt vor Beginn des Versuches überhaupt nicht festgeschraubt, sondern auf dem Holzring leicht beweglich hin und her geschoben, so dass der Assistent ihn jeden Augenblick bequem an die Stelle schieben kann, an der sich gerade der Metallzahn des sich drehenden Rades befindet. Es sollte nun durch scharfes Aufmerken des Experimentierenden auf die Respiration der Versuchsperson jedesmal der zweite Schlag in möglichst genau derselben Atmungsphase ausgelöst werden wie der erste Schlag. Wenn beispielsweise der erste Hammerschlag auf den Beginn einer Inspiration fiel, so wurde der Auslöser dann an den Radzahn herangeschoben, sobald zum zweiten, oder dritten, oder vielleicht zehnten Male wieder eine Inspiration begann. Während das Rad sich weiter drehte, wurde die betreffende Stelle der Berührung auf dem Gradkreis abgelesen, und der zweite Assistent stellte den Punkt fest, an welchem sich der Zahn beim Schall des von mir ausgelösten dritten Schlages befand. So-

bald einmal, was selten vorkam, es nicht glückte, den zweiten Schlag in dieselbe Atmungsphase wie den ersten anzubringen, so fiel es mir natürlich sofort auf und ich wartete dann nicht erst das Ende der Vergleichszeit ab, sondern brach den Versuch sofort ab. Auch hier springen die Zeiten ganz unregelmässig hin und her, so dass von einer irgendwie begründeten Erwartung bestimmter Intervalle nicht die Rede sein kann. Andererseits wurden hier wie bei der ersten Reihe gar zu starke Kontraste vermieden, also nicht ganz kleine nach ganz grossen Zeiten oder umgekehrt, und ausserdem war zwischen je zwei Versuchen eine hinreichende Pause, um alle Kontrastwirkungen abzuschwächen. Die Reihe beginnt 11,5, 14, 7,2, 16,4, 21,6 ... Schon dieser Anfang zeigt, dass es sich durchaus nicht um genaue Multipla einer bestimmten Zeit handelt, da thatsächlich die Atmung sehr erheblichen Frequenzveränderungen fortwährend unterliegt und ich überdies absichtlich zuweilen einige Versuche mit verlangsamter Atmung, andere mit beschleunigter Atmung eingeschoben, hin und wieder auch durch stossweise Accentuation die Atemzüge rhythmisch eingeteilt habe.

Die Ergebnisse der beiden parallelen Versuchsreihen kann ich kurz darstellen. Aus hinlänglich erörterten Gründen lasse ich jede Prüfung etwaiger periodischer Fehler unerörtert, muss aber hinzufügen, dass von einem konstanten Fehler überhaupt kaum die Rede ist; das thatsächliche Uebergewicht der Unterschätzungen ist so minimal gegenüber den Ueberschätzungen, dass ich für meine Versuchsreihen den konstanten Fehler ganz beiseite lassen kann und direkt nach dem Fehler schlechthin ohne Rücksicht auf das Vorzeichen fragen darf. Da nun die Hauptzeiten ganz verschieden sind, zwischen 6 und 60 Sekunden schwanken und in der ersten Versuchsreihe in geschilderter Weise andere sind als in der zweiten, so kann eine blosse Addierung der positiv genommenen Fehler nie zu einem brauchbaren Durchschnitt führen. Ich habe daher für jeden einzelnen Versuch den begangenen

Fehler, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, in seinem prozentualischen Verhältnis zur Hauptzeit berechnet, d. h. den Fehler mit 100 multipliziert und durch die Hauptzeit dividiert. Sämtliche Prozentzahlen in jeder der beiden Reihen habe ich addiert und durch die Zahl der Versuche dividiert, es ergab sich damit der in Prozenten ausgedrückte mittlere Fehler der Schätzung. Das Ergebnis dieser Berechnung ist folgendes: In der ersten Reihe, wo der zweite Schlag unabhängig von der Respiration der Versuchsperson eintritt, beträgt der mittlere Fehler 10,7 %, in der zweiten Reihe, wo der zweite Hammerschlag stets in derselben Atmungsphase der Versuchsperson wie der erste Schlag eintrat, beträgt der mittlere Fehler nur 2,9 %. Ich sehe in diesen überraschenden Zahlen einen zwingenden Beweis für die dargestellte Theorie; jede Erläuterung der Ziffern erscheint überflüssig. Der Unterschied von 2,9 % und 10,7 % ist so bedeutend, dass es unmöglich sein dürfte, dem gegenüber den Einfluss der von den Atemzügen abhängigen Spannungen und Entspannungen auf unsere Zeitschätzung zu bestreiten.

Alle übrigen Versuche sind nun eigentlich nur Modifikationen der erwähnten. Ich hebe zwei parallele Reihen wieder besonders hervor. Wir schoben nämlich zwischen Hauptzeit und Vergleichszeit ein Intervall ein, so dass der zweite Hammerschlag die Hauptzeit beendete, erst ein dritter Schlag aber den Anfang der Vergleichszeit angab. Das Intervall wechselte zwischen einer und sechzig Sekunden. In der ersten Reihe wurde die Atmung gar nicht berücksichtigt, in der zweiten wurde dagegen wieder der Anfang der Vergleichszeit, also dieses Mal der dritte Schlag, in dieselbe Atmungsphase verlegt wie der erste, wobei dem dritten Schlag noch ein Signal voranging. Der Unterschied war jetzt noch auffälliger. Der mittlere Fehler betrug in der ersten Reihe 24 %, in der zweiten nur 5,3 %. Das Intervall erhöhte den Fehler im ersten Fall also um 13,3 %, im zweiten Fall nur um 2,4 %, und zwar zeigte sich, dass mit dem Zu-

wachs des Intervalls der Fehler im ersten Fall schnell ansteigt, während er im zweiten Fall fast konstant bleibt. Noch nach einem Intervall von 60 Sekunden schätzte ich, wenn der erste und dritte Schlag in dieselbe Atmungsphase fiel, beispielsweise 29 Sekunden gleich 28,4 oder 29,8.

Dass Versuche dieser Art schon der konzentrirtesten Aufmerksamkeit auf die Veränderungen der Spannungsempfindung bedarf, versteht sich von selbst; sie ermüden daher ungeheuer und es tritt wenigstens bei mir nach einiger Zeit ein Abspannungszustand ein, in welchem die Association von Zahlvorstellungen nicht mehr gehemmt werden kann, d. h. einfaches unwillkürliches Zählen der Spannungen und Atemzüge eintritt, in welchem Falle ich die Versuche sofort abbrach. Hierin liegt auch der Grund, weshalb ich mich begnügte, wirklich vollständige Versuchsreihen dieser Art nur von einer Person, von mir selber, zu gewinnen; die mehr vereinzelten Versuche, die ich an Herrn Hausdorff und Kalchthaler anstellte, bestätigten aber durchaus meine systematische Untersuchung.

Noch nach einer anderen Seite dehnte ich dieselbe aus; ich füllte die Zeiträume mit willkürlichen ganz langsamen Spannungen und Entspannungen, welche von der Respiration unabhängig blieben; auch hier trat der Erfolg hochgradig sicheren Schätzens ein. Als ich aber in einer letzten Versuchsreihe mir Mühe gab, Zeiten von 3 bis 10 Sekunden zu schätzen, ohne die subjektiven Spannungen und Entspannungen zu beachten, da war ich, trotz der grossen vorangegangenen Uebung im Zeitschätzen, so absolut unfähig, dass die Vergleichszeiten geradezu Produkte des Zufalls wurden; 4 Sekunden machte ich gleich 12, 9 gleich 3 u. s. w., kurz von einer wirklichen Schätzung war gar nicht die Rede, wenn ich, was nicht ganz leicht, wirklich der Versuchung widerstand, das Spiel der zu- und abnehmenden Spannungen in mir zu verfolgen. Aber gerade die letzteren Reihen haben nur eine mehr subjektive Beweiskraft. Wer sie selbst nachzu-

machen versucht, wird von der Richtigkeit überzeugt und zieht die nötigen Konsequenzen; wer es nicht selbst macht, kann aus blossen Zahlen da keine Ueberzeugung gewinnen, weil der Einwand möglich ist, dass im letzteren Fall nicht nur die Spannungen unbeachtet blieben, sondern eben die Aussagen des Zeitsinns. Nun die vorher geschilderten Versuchsreihen sind einem solchen Einwand nicht ausgesetzt, da ihre Faktoren durchaus objektiver Prüfung zugänglich sind und gerade sie haben aufs deutlichste bewiesen, dass es einen besonderen Zeitsinn unseres Bewusstseins nicht gibt, dass die Veränderungen unserer psychophysisch bedingten körperlichen Spannungen und Entspannungen den Massstab unserer Zeitvorstellung bilden. In der körperlich bedingten Periodizität dieser Spannungen liegt die einzige Ursache für die Erscheinungen, welche bisher den Irrtum erweckt hatten, als käme dem Bewusstsein selber Periodizität zu; nicht die physisch unbedingte transcendentale Apperception fungiert in ihrer Zeitauffassung periodisch, sondern diejenigen physiologischen Erregungen, deren centripetale Wirkung unsere Zeitvorstellung ist, unterliegen periodischem Wechsel. Der scheinbar exakteste Beweis dafür, dass unser Bewusstsein nicht nur des psychophysisch gebotenen Bewusstseinsinhaltes sich bewusst wird, sondern in ihn auch aktiv eingreift und seine Beziehungen zu demselben verändert, hat sich als eine Reihe unkritischer Irrtümer ergeben. Nicht dem Bewusstsein sind die periodischen Schwankungen des Zeitsinns zuzuschreiben, sondern dem Bewusstseinsinhalt und kein Bewusstseinsinhalt schwankt und verändert sich, wenn nicht körperliche Zustände, in unserem Fall die Spannungen der Muskeln, sich irgendwie verändern. Die Metaphysik muss es sich wieder einmal gefallen lassen, dass ein Besitzanspruch des transcendentalen Bewusstseins für ungültig erklärt wird und dem sensomotorischen Reflexapparat des Körpers übertragen wird.

Schwankungen der Aufmerksamkeit.

I.

Mehr als irgend ein anderes Problem verlangt die Frage nach dem Wesen der Aufmerksamkeit klare Stellungnahme zu der psychophysischen Prinzipienfrage, ob das Bewusstsein im stande ist, selbständig in den Verlauf der psychophysischen Erregungen einzugreifen oder ob es unthätiger Zuschauer aller der Vorgänge ist, die uns psychisch als wechselnder Bewusstseinsinhalt, physisch als Gehirnprozesse gegeben sind. Ich sage nicht, dass durch die Stellungnahme zu dieser Grundfrage das Problem der Aufmerksamkeit schon eindeutig bestimmt ist; mag man dieser oder jener Auffassung zustimmen, in jedem Falle bleibt noch eine ganze Reihe von Möglichkeiten offen, das Wesen der Aufmerksamkeit zu verdeutlichen; ist doch bekannt, wie der eine nur Ursache der Aufmerksamkeit nennt, was der andere für die Aufmerksamkeit selbst hält, und was der dritte für ihre Wirkung ansieht, das nimmt der vierte für ihr eigentliches Wesen. Wissenschaftliche Deutungen der Aufmerksamkeit sind somit Legion, und dennoch meine ich, dass für die empirische Psychophysik, im weitesten Sinne des Wortes, durchaus am wichtigsten die Entscheidung zwischen den beiden angedeuteten Grundauffassungen sein muss, zwischen denen jeder empirische Kompromiss — ein metaphysischer hat uns hier nicht zu kümmern — bei konsequentem Denken unmöglich ist; alles andere ist sekundär. Mag anderes auch für die Beschreibung der Aufmerksamkeit, ihrer Ur-

sachen, ihres Verlaufs, ihrer Wirkungen, erheblich wichtiger erscheinen; für die psychophysischen Prinzipienfragen ist nichts so wichtig, als ein klares Ja oder Nein in der nächstliegenden Frage: ist es wirklich das Bewusstsein selbst, das, wenn wir aufmerksam sind, sein Verhältnis zum Bewusstseinsinhalt ändert?

Erinnern wir uns doch des so beliebten Gleichnisses: unser Bewusstsein gleicht dem Auge, der Bewusstseinsinhalt gleicht den anschaulichen Bildern, die das Auge wahrnimmt; was verändert sich nun, wenn unsere Aufmerksamkeit einem Eindruck zugewandt ist? Ist es das Auge, das, während die Bilder unverändert bleiben, sich auf einen bestimmten Bildpunkt heftet, derart, dass es nur den einen Gegenstand deutlich wahrnimmt, die anderen undeutlich werden, verschwimmen, oder bleibt das Auge unveränderlich, unbeweglich, beschränkt auf die eine Fähigkeit, wahrzunehmen, was in seinen Gesichtskreis dringt, derart, dass die Bilder selbst sich somit verschoben hätten, das eine Bild, an Schärfe der Umrisse, an Deutlichkeit und Klarheit der Teile gewonnen hätte und die anderen undeutlich, verschwommen, unklar geworden wären? Doch nur die Stellung der Frage soll und darf durch solch ein Gleichnis verdeutlicht werden; die entscheidende Antwort dem Gleichnis ebenfalls zu entnehmen, ist zweifellos ein Analogieverfahren bedenklichster Art, und dennoch sind so oft Antworten erteilt, die deutlich ihre Entstehung aus dieser Anschauungssphäre verraten. Unser Auge wendet sich ja allerdings dem einen Punkte zu und von den anderen fort; unserem Bewusstsein aber, wenn uns die Thatsachen nicht zwingen, eine ähnliche Funktion beizulegen, das hiesse — die Einleitung hat den Beweis ausführlich zu bringen versucht — auf jede konsequente Psychophysik verzichten. Gäbe es Thatsachen, welche jede andere Deutung unmöglich machen, welche absolut zwingend beweisen, dass bei der Aufmerksamkeit nicht der Bewusstseinsinhalt sich verändert, sondern das Verhältnis des Bewusstseins zu seinem

Inhalt oder das Bewusstsein selber Veränderungen erfährt, so wäre damit die Psychophysik beseitigt.

Von allen solchen Thatsachen auf dem Gebiet der Aufmerksamkeitslehre ist es nun eine vornehmlich, welche bei konsequenter Verfolgung der nächstliegenden Deutungen am kräftigsten für jene Auffassung spricht, die dem Bewusstsein selbst, nicht dem Bewusstseinsinhalt alles das zuschiebt, was den Zustand der Aufmerksamkeit von dem der gewöhnlichen Zuwendung oder dem der Unaufmerksamkeit unterscheidet. Die Thatsachen, die ich meine, hat man zusammengefasst als: Schwankungen der Aufmerksamkeit. Lausche ich aufmerksam einem ganz schwachen, eben merkbaren Geräusch, so fühle ich, wie der Schall bald abnimmt und dann ganz verschwindet; nach kurzer Zeit kehrt er wieder, um dann aufs neue zu verschwinden und so weiter. Genau dasselbe tritt ein, wenn ich einen schwachen, eben merkbaren Lichtpunkt fixiere; ich sehe ihn, er verschwindet, er kommt wieder, verschwindet, kurz ein Schwanken des Eindrucks zwischen Merkbarkeit und Unmerkbarkeit und keine Auffassung liegt näher, als die, dass unser Bewusstsein sich bald aufmerksam der eben merkbaren Empfindung zuwendet, dann in vorübergehender Unaufmerksamkeit die schwache Empfindung sich entgleiten lässt, um dann aufs neue die an sich unveränderte Empfindung wieder aufmerksam festzuhalten. Die Thatsache des Schwankens steht fest; unser Bewusstsein ist der schuldige Teil, indem die sogenannten Schwankungen der Aufmerksamkeit Schwankungen des Bewusstseins zwischen Aufmerksamkeit und Unaufmerksamkeit sind; die Veränderlichkeit des Bewusstseins selbst ist somit bewiesen.

Sind die Thatsachen aber wirklich genau so? Sind die Thatsachen wirklich schon nach allen Richtungen so untersucht, dass eine bestimmte theoretische Interpretation sich als notwendig erweist? Sollten vielleicht andere Thatsachen gegenüberstehen, welche die gewöhnliche Auffassung unmöglich machen? Sollte es vielleicht sogar Thatsachen geben,

welche eine bestimmte andere Auffassung beweisen? Offenbar liegen alle diese Fragen nahe und es ist klar, welche eminente Bedeutung die Beantwortung derselben für die psychophysischen Prinzipienfragen besitzen muss.

Zwei Wege, die sich ergänzen, werden dazu offen stehen; einmal müssen wir die Thatsachen prüfen, die bisher über die Schwankungen bei aufmerksamer Reizwahrnehmung festgestellt wurden, und zweitens müssen wir, ganz besonders unter dem Gesichtspunkt der theoretischen Interpretation, neue experimentelle Thatsachen zu gewinnen suchen. Am besten wird beides sich vereinigen lassen; die besonders zugespitzten neuen Experimente werden die beste Gelegenheit bieten, die Resultate der älteren Experimente zu prüfen. Der Rückblick auf den litterarischen Stand der experimentellen Frage kann sich also zunächst jeder Kritik enthalten; die Besprechung der neuen Versuche wird dann am natürlichsten die eventuell nötige Kritik nachholen können.

Fast freilich könnte es scheinen, als sei es ein falsches Beginnen, den Ueberblick über den Stand der Frage auf die Litteratur über die Schwankungen der Aufmerksamkeit zu beschränken und nicht die ganze Aufmerksamkeitslehre eingehend zu berücksichtigen. Vor allem liegt es nahe, wenigstens von der theoretischen Erörterung dann zu verlangen, dass eine fertige Theorie der Aufmerksamkeit aufgestellt wird, die allen Thatsachen gerecht wird. In der That kann man ja von Schwankungen der Aufmerksamkeit nicht mit irgendwelcher Klarheit etwas behaupten, wenn man sich nicht einig ist, was unter Aufmerksamkeit zu verstehen ist, und wer wiederum Einblick in das Wesen der Aufmerksamkeit gewinnen will, der darf natürlich seine Untersuchung nicht auf den einen Ausschnitt des Problems, auf die Schwankungen beschränken, er muss die Bedingungen und den Verlauf der Aufmerksamkeit, ihre Stufen und Grade, ihre Entwicklung und ihre Aufgabe, ihre krankhaften Störungen und ihre abnormen Ausläufer und vieles andere eingehend studieren. Erst

wer so das Material gewonnen, kann eine Theorie der Aufmerksamkeit aufstellen und auf ihrem Boden die Bedeutung jener Schwankungen voll würdigen. Und dennoch will ich auf alles das verzichten. Ich gestehe ganz offen, dass mir ein äusserer Grund diesen Verzicht besonders leicht macht: ich meine das Erscheinen von Ribots Buch über die Aufmerksamkeit[1]), ein Kabinettstück psychophysischer Untersuchung, das, wenn ich auch gerade in Prinzipienfragen manches anders sehe, mir doch so unbedingt den Höhepunkt der berührten Spezialuntersuchungen darstellt, dass ich in zahlreichen Teilen nur reproduzieren müsste.

Andere Gründe aber scheinen mir ausschlaggebend. Eine irgendwie erschöpfende Untersuchung der Aufmerksamkeit würde das Problem der Aufmerksamkeitsschwankungen so in den Winkel schieben, dass seine eigentliche Bedeutung ganz zurücktreten würde. Die Frage nach den Schwankungen würde sich im Gefüge des Ganzen mit so kleinem Spielraum begnügen müssen, dass es schwer wäre, sie dort so wirklich bis ins einzelne zu verfolgen, wie es doch unbedingt nötig ist, wenn etwaige Irrtümer geklärt werden sollen. Es ist das ja ein ganz üblicher Hergang, dass in Nebenfragen eine irgend einmal mit einem Schein von Recht aufgestellte Behauptung, wenn sie mit der Lösung der Hauptfragen bequem vereinigt werden kann, sich ungeprüft aus einer Darstellung in die andere fortpflanzt, während erneute Prüfung vielleicht nicht nur die herkömmliche Behauptung als unbegründet nachweist, sondern zugleich neues Licht auf die Hauptfragen zu werfen vermag. So hat denn in der That die Arbeit von N. Lange, die uns ausführlich beschäftigen wird, in unserer Frage ein Material geliefert, das schon jetzt unverändert aus einem Buch in das andere wandert, überall mit der Ehrfurcht behandelt wird, welche dem mühsam nachzuahmenden Experiment als solchem in experimentscheuen Kreisen stets gezollt

---

[1]) Ribot, Psychologie de l'attention. Paris 1889.

wird, und, wo es hineinpasst, als Beweis für metaphysische Hypothesen verwertet wird; statt dass die verdienstvolle Arbeit durch immer neue Prüfungen ergänzt, bestätigt, berichtigt, bekämpft wird.

Wer überdies von einer fertigen Theorie der Aufmerksamkeit ausgeht, wird unwillkürlich die Erscheinung der Schwankungen von vornherein unter dem Gesichtspunkt seiner Theorie betrachten und darstellen; wer aber mit jener Theorie, die von ganz anderen Thatsachen abgeleitet sein kann, nicht einverstanden ist, der ist nicht ohne Grund leicht geneigt, mit ihr auch alle zu ihr passenden Erscheinungen zu verwerfen, weil es so schwer ist zu beurteilen, ob wirklich die objektiven Thatsachen der Theorie so weit entgegenkamen oder ob die Theorie auch schon auf die Beobachtung der Thatsachen ihren Einfluss ausübte. Wir fragen also nicht, zu welcher Auffassung der Aufmerksamkeit die übrigen Thatsachen führen, um daraus nebenbei auch ihre Schwankungen zu erklären, sondern wir untersuchen lediglich die Schwankungen, unbeeinflusst von jeglicher Theorie, und prüfen, ob dieselben dem Bewusstsein oder dem Bewusstseinsinhalt zuzuschreiben sind; dass eine Stellungnahme in dieser Einzelfrage zugleich bedeutsam werden muss für die Auffassung der gesamten Aufmerksamkeit, das versteht sich von selber. Die Hauptsache bleibt nur, dass wir ein Recht haben, uns unserem Einzelthema zuzuwenden, ohne erörtert zu haben, was die Aufmerksamkeit überhaupt ist. Und wenn wir selbst mit keiner Definition und keiner dogmatischen Theorie beginnen wollen, so wird dem entsprechen, dass wir auch die zahlreichen Darstellungen der Aufmerksamkeit im allgemeinen hier völlig unbeachtet lassen. Das alles können wir aber um so mehr, als, trotz der psychologischen Diskussionen, dennoch jedermann im Grunde dasselbe unter dem Wort Aufmerksamkeit versteht, der populäre Sprachgebrauch zur vorläufigen Orientierung also vollkommen ausreicht.

Doch auch die Zurückverfolgung unseres spezielleren

Problems verlangt kein Eingehen auf die zahlreichen Stellen, in denen die ältere Litteratur von jenen Schwankungen zwischen Aufmerksamkeit und Unaufmerksamkeit Notiz nahm. In der That finden sich nicht selten gelegentliche Bemerkungen darüber, dass unser Bewusstsein mehr oder weniger schnell ermüde, die Eindrücke dann verschwimmen oder schwächer werden, bis nach kurzer Zwischenzeit das Bewusstsein mit neuer Frische sich seiner Aufgabe zuwendet. Weit entfernt, für solche Beobachtung besonderer Experimente zu bedürfen, gibt vielmehr die geläufigste Erfahrung hinreichende Unterlage. Wenn wir einem Vortrag von geringerem Interesse folgen, so müssen wir ja nicht selten erleben, wie unsere Aufmerksamkeit oft erheblichen Schwankungen unterliegt. „Dem Schläfrigen scheint die Umgebung bald eindunkelnd, bald zu plötzlicher Helligkeit aufflackernd; die Rede der Umstehenden kommt ihm bald wie aus unbestimmter Ferne zu, bald schreckt sie ihn aufdröhnend wie aus unmittelbarer Nähe empor. Blicken wir, ruhig liegend, längere Zeit eine gemusterte Tapete an, so ist es bald der Grund, bald die Zeichnung, die uns deutlicher werden und dadurch näher zu rücken scheinen [1].“ Andererseits müssen die verschiedenartigsten Experimente auf dem Gebiet der Sinneswahrnehmung, insofern bei ihnen die Aufmerksamkeit längere Zeit hindurch angespannt wird, etwa das Fixieren schwacher Lichteindrücke, das Vereinigen mehrerer Sehfelder und ähnliches, notwendig die Veränderungen der Aufmerksamkeit ins Bewusstsein treten lassen, ohne dass diese Veränderungen deshalb schon besonderes Objekt des Studiums wurden. Sie wurden eben nur gelegentlich bei den verschiedensten Anlässen kurz berührt, und so finden wir in der That bei Fechner, Helmholtz, Lotze, Wundt, G. E. Müller, Exner und anderen überall zerstreute Mitteilungen über Schwankungen der bezeichneten Art, ohne dass diese Schwankungen irgendwie in Bezug auf ihre be-

[1] Lotze, Medicinische Psychologie S. 510.

sonderen Bedingungen oder auf ihre zeitlichen Verhältnisse und qualitativ-intensiven Wirkungen systematische Untersuchung fanden.

Die erste nähere Prüfung unternahm der Otiater Urbantschitsch [1]), welchem die Zu- und Abnahme in der Schallperception auffiel. „Wird die Uhr in einer solchen Distanz vom Ohr gehalten, dass sie wohl deutlich, aber nur mehr sehr schwach hörbar ist, so tritt allmählich eine weitere Schwächung in der Schallempfindung auf, das Ticken wird immer undeutlicher und verschwindet endlich gänzlich. Nach einigen Sekunden erscheint das Geräusch wieder, anfangs verschwommen, sehr bald deutlicher und schliesslich treten die einzelnen Schläge vollkommen rein hervor, worauf die soeben geschilderte Erscheinung von neuem beginnt. Eine Steigerung und Verminderung bis zur gänzlichen Auslöschung des Geräusches findet nicht immer allmählich statt, sondern weist in anderen Fällen eine rasche Hintereinanderfolge auf, so dass die Schläge der Uhr bald deutlich, im nächsten Moment dagegen wieder gar nicht percipiert werden.“ Dasselbe zeigte sich beim Hinhören auf kontinuierliche ganz schwache Töne. Da nach des Autors Versuchen das Ticken der Uhr auch dann intermittierend gehört wird, wenn die Gehörgänge verschlossen und die Uhr an die Kopfknochen angelegt wird, so glaubt er annehmen zu müssen, dass der Gehörsnerv selbst eine wechselnde Perceptionsfähigkeit besitzt.

In geistvoller Weise dehnte Urbantschitsch später seine Untersuchungen aus. Er hatte gefunden, dass, wenn der Schall gleichzeitig beiden Ohren zugeleitet wird, die subjektiven Intensitätsschwankungen beider Seiten nicht zusammenfallen. Der Ton wird also bald von rechts, bald von links zu kommen scheinen, je nachdem die links oder die rechts

---

[1]) Urbantschitsch, Ueber eine Eigentümlichkeit der Schallempfindungen geringster Intensität. In Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1875. S. 625.

ausgelöste Schallempfindung unter die Schwelle sinkt. Seine zahlreichen Beobachtungen, für die er mit gutem Grund auch Schwerhörige herbeizog, ergaben nun in der That, dass „die oft beträchtlichen Gehörsschwankungen eine regelmässige Erscheinung sowohl an Normal- als auch an Schwerhörigen“ sind [1]). Stets aber handelt es sich hier um Schwankungen von mindestens viertel, halben, ganzen Minuten, meist sogar um weit grössere. Häufig zeigt es sich, dass Gehörsschwankungen erst in einem erhöhteren akustischen Erregungszustand deutlich wahrnehmbar sind. Die Veränderungen treten entweder sehr rasch ein, so dass der betreffende Prüfungston plötzlich von einem Ohr aufs andere überspringt, oder aber sie erfolgen langsam, wobei sich der Ton aus dem vorher besser percipierenden Ohre allmählich, anscheinend durch den Kopf, gegen die andere Seite begibt. Andererseits kann von einem direkten wechselseitigen Ablösen der beiden Ohren nicht die Rede sein, da auch Pausen eintreten können, in denen kein Ohr percipiert. So ergab beispielsweise ein bilateral normalhöriges Individuum, dem durch einen T-förmigen Schlauch das Geräusch schwachen Uhrtickens gleichzeitig von beiden Seiten zugelenkt wurde, folgende Versuchszahlen. „Das Geräusch wurde anfänglich durch 45 Sekunden links gehört, hierauf durch 42 Sekunden gar nicht, dann links durch 20 Sekunden, hierauf durch 55 Sekunden gar nicht, dann nach 15 Sekunden links durch weitere 45 Sekunden nicht. Nunmehr gelangt das Uhrticken ins rechte Ohr, von diesem in den Kopf, dann wieder ins rechte Ohr und schwankt während des weiteren Versuches in dieser Weise stets hin und her“ [2]).

Zu näherem Vergleich prüfte Urbantschitsch die Verhältnisse anderer Sinne; überall ein ähnliches Ergebnis. Zwei nahe Zirkelspitzen rufen bald zwei, bald nur einen Tastein-

---

[1]) Urbantschitsch, Ueber subjektive Schwankungen der Intensität akustischer Empfindungen (1882). In Pflügers Archiv Bd. 27. S. 446.

[2]) A. a. O. S. 443.

druck hervor. Von zwei weiter entfernten Spitzen, welche die Haut gleichmässig berühren, löst bald die eine, bald die andere eine stärkere Empfindung aus. Steckte er beide Zeigefinger in sehr warmes Wasser, so fühlte er „in einem der beiden Finger ein rasch zunehmendes Hitzegefühl, das bald in eine Schmerzempfindung übergeht, während gleichzeitig am anderen Finger nicht einmal eine besondere Wärmeempfindung hervortritt; nach kurzer Zeit jedoch lässt am ersten Finger der früher selbst lebhafte Schmerz nach, auch das Wärmegefühl sinkt mehr und mehr, bis ich schliesslich an dem betreffenden Finger nichts empfinde; unterdessen hat sich am anderen Finger zuerst die Wärme-, dann selbst eine Schmerzempfindung einstellt, die sich hierauf wieder an die andere Seite hinüberzieht u. s. w.“ Dieselben Schwankungen ergaben sich, wenn zwei Stellen der Zunge, wenn beide Seiten der Nase, wenn zwei Punkte der Netzhaut mit spezifischen Reizen behandelt wurden.

Weit tiefer dringend in der psychophysischen theoretischen Diskussion ist die verdienstvolle Arbeit von Nicolai Lange [1]), aber die Resultate seiner Experimente sind durch ihre überraschende Eleganz, durch ihre unerwartete Konstanz und Sicherheit, durch ihre leichte Verschmelzbarkeit mit metaphysischen Ansichten einerseits geradezu prädisponiert, zu wissenschaftlichen Dogmen zu werden, andererseits in hohem Mass den Verdacht nahe legend, dass irgendwelche Fehlerquellen übersehen worden sind. Glätte und Einfachheit der Resultate wird ja nicht nur dann erreicht, wenn die komplizierten Verhältnisse der Wirklichkeit auf einfache Thatsachen zurückgeführt werden, sondern auch dann, wenn von den verwickelten Bedingungen des realen Vorgangs beliebige herausgegriffen, andere unberücksichtigt gelassen werden. In jedem Falle bleibt es zu bedauern, dass Lange die besprochene

---

[1]) N. Lange, Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der aktiven Apperception. In Wundts Philos. Studien. Bd. 4. S. 390.

6 Jahre früher erschienene Arbeit von Urbantschitsch offenbar gar nicht gekannt hat, vielmehr nur von jenen ersten Untersuchungen des Autors Notiz nimmt. Eben diese gaben auch seinen eigenen Experimenten zunächst die Richtung. Auch er lässt einen einzelnen ganz schwachen Sinneseindruck auf Ohr oder Auge oder Finger wirken und registriert die Momente grösster Empfindungsintensität, zwischen denen Intervalle liegen, in denen die Gehörs-, Gesichts- oder Tastempfindung völlig verschwindet. Das Ticken einer Taschenuhr, der mattgraue Streifen einer Massonschen Scheibe, ein minimaler elektrischer Reiz wirken als Empfindungserreger.

Es ergaben sich ganz regelmässige periodische Schwankungen, die bei zwei Versuchspersonen fast genau übereinstimmen und die, obgleich nach Langes Angabe die Registrierbewegung leicht etwas verspätet, ja sogar leicht ein Maximum übersehen werden kann, doch nur den vierten Teil der ganzen Periode als mittlere Variation aufweisen. Die Schwankungen der Gehörseindrücke dauerten etwa 3,8 Sekunden, die der Lichteindrücke etwa 3,4 Sekunden, die der elektrischen Empfindungen etwa 2,5 Sekunden. Licht- und Schallschwankung sind also nicht gleich lang; wirken nun Licht- und Schallreiz gleichzeitig ein, so fallen die beiden Arten der Schwankung niemals zusammen, sondern verändern ihre Periode so, dass dies optische Maximum von dem akustischen immer durch eine bestimmte Zwischendauer abgesondert ist. Lange sieht hierin den entscheidenden Beweis, dass der ganze Vorgang der Schwankung keine peripherische Ursache habe, sondern auf die einheitliche Apperception zurückgeführt werden muss. Er übersieht dabei, dass der Begriff der Apperception, wie er ihn fasst, völlig in die Region des Transcendentalen gehört, nicht aber in die des physiologisch bedingten Bewusstseinsinhaltes, und macht daher den prinzipiell unerlaubten Versuch, diese Schwankungen der transcendentalen Apperception gewissen Veränderungen des centralen Nervensystems parallel zu setzen; bei dieser Bemühung führt er überdies

eine Hypothese ein, die ja schon freilich mehrfach aufgestellt, einer überwältigenden Menge von Thatsachen aber widerspricht und keinenfalls so selbstverständlich lediglich um die periodischen Schwankungen unterzubringen als zweifellos hingenommen werden darf: die Hypothese, dass die Erinnerungsbilder an ein anderes physiologisches Substrat gebunden sind als die Wahrnehmungen. Indem er die Tragweite dieser unberechtigten Hypothese nicht berücksichtigt und sie dem nicht minder unberechtigten Versuch unterordnet, seinen Apperceptionsbegriff mit der Psychophysik zu verkoppeln, entsteht eine so einfache wie elegante Theorie, derzufolge unser Bewusstsein sich einem Bewusstseinsinhalt dadurch aufmerksam zuwendet, dass es willkürlich Erinnerungsbilder desselben Inhaltes hervorruft, welche mit der realen Empfindung verschmelzen. Die Schwankungen der sinnlichen Aufmerksamkeit führen somit auf eine, durch unser Bewusstsein, nicht durch den Bewusstseinsinhalt bedingte periodische Assimilation von Erinnerungsvorstellungen zurück. Die weiterhin von denselben Beobachtern gefundene Thatsache, dass auch die Erinnerungsbilder an sich schon entsprechende Schwankungen aufweisen, reiht sich dem aufs beste ein. Wir werden auf die Theorie wie auf die Experimente zurückkommen müssen.

Ich habe angedeutet, in welchem Sinne ich die gesamte prinzipielle Grundlage der Theorie für falsch halte; ich muss hinzufügen, dass die Fehler dieses Fundamentes die Benutzung des Aufbaues, besonders im einzelnen, durchaus nicht beeinträchtigen. Im Gegenteil, die ganze Schilderung der Vorstellungsverstärkung durch Erregung ihrer motorischen Elemente, ist an fruchtbaren Ideen ungewöhnlich reich und der Umstand, dass diese motorische Verstärkung, Langes psychologischen Auffassungen gemäss, von dem souverän auf den psychologischen Mechanismus wirkenden Bewusstsein ausgehen soll, stört nur, wenn auf die prinzipiellen Grundfragen der Theorie zurückgegangen wird. Ist die Theorie erst zugegeben, so lässt sich ihr nun natürlich eine ganze Reihe

heterogener Phänomene unterordnen, so dass sie sich zu einer allgemeinen Metaphysik des Bewusstseins erweitert. Je mehr aber nun durch die Theorie erklärt werden soll, desto energischer erhebt sich die Frage, ob sie auch wirklich in den Thatsachen hinreichende Stütze findet, ob die beobachteten Schwankungen wirklich auf den tiefsten Urgrund psychischen Geschehens hinweisen, ob es wirklich sich um Leistungen des Bewusstseins, nicht um Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes dabei handelt, und, wenn letzteres der Fall sein sollte, wie weit es sich um centrale, wie weit um peripher bedingte Vorgänge handelt. Besitzen diese Schwankungen überhaupt die prinzipielle Wichtigkeit, die ihnen beigelegt wird?

II.

Die Versuche, die ich zur Prüfung der Aufmerksamkeitsschwankungen oder, um mich jeder Theorie vorläufig zu enthalten, zur Prüfung der Schwankungen bei der aufmerksamen Wahrnehmung minimaler Reize, angestellt habe, beschäftigten mich das Wintersemester 1888/89 hindurch. Als Versuchsperson fungierte fast ausschliesslich Herr Dr. A. Thumb; die von mir selbst und anderen ausgeführten Versuchsreihen sollten lediglich die Thumbschen Zahlen ergänzen. Hat auch der Weg der Untersuchung, wie es nicht anders sein kann, erst während der Arbeit sich vor uns ausgebreitet, indem die erreichten Ergebnisse immer wieder zu neuen Fragestellungen führten, so waren mir doch von vornherein folgende Gesichtspunkte massgebend.

Der Ausgangspunkt musste jedenfalls die Untersuchung minimaler peripherer Reizwirkung sein und zwar die Wirkung eines einzelnen Reizes. Die Zusammenwirkung mehrerer Eindrücke und vor allem das Verhalten der Erinnerungsbilder wird ja zweifellos dem Verständnis sehr viel näher gerückt sein, wenn die von keiner Seite bestrittenen Schwankungen

einfacher peripherer Reizwahrnehmung in ihren Bedingungen wirklich zureichend verstanden sind. Eben deshalb aber durfte ich mich auch nicht damit begnügen, die Langeschen Versuche einfach zu wiederholen; es galt vielmehr das typische Schema der Urbantschitsch-Langeschen Beobachtung so zu variieren, dass die Versuche näheren Einblick in die Faktoren des Vorganges gestatten. Offenbar ist dazu aber der Gesichtssinn weitaus am günstigsten, aus verschiedenartigen Gründen. Den Lichtreiz können wir unter sehr viel mannigfaltigeren Bedingungen darbieten als Schallreiz; überdies ist die für die Schallempfindungen unbedingt erforderliche Abhaltung aller störenden Geräusche sehr viel schwieriger herzustellen. Wichtiger aber ist, dass wir das Auge selbst in verschiedenartigen Zuständen benutzen können, es auf beliebige Punkte richten oder bewegen können und vieles andere, dem beim Ohre kaum entsprechendes zur Seite zu stellen ist. Und dazu kommt ein anderes. Einfache Vorversuche überzeugten mich, dass wir bei Schallempfindungen uns sehr viel leichter Illusionen hingeben als bei Lichtempfindungen; wir glauben einen schwachen Schall noch zu hören, während er schon aufgehört hat. Die Untersuchung mittelst schwacher Lichtreize sollte mir somit die Grundlage der Versuche bilden.

Um die Zeitverhältnisse der Schwankungen festzustellen, glaubte ich, die Langesche Versuchsanordnung aufgeben zu müssen. Lange benutzte das Hippsche Chronoskop, ohne die hundertstel und tausendstel Sekunden zu berücksichtigen; dasselbe war in einem abgesonderten Zimmer aufgestellt, um den Reagierenden nicht durch Geräusche zu stören. Die Versuchsperson nun öffnete jedesmal den elektrischen Schlüssel und setzte dadurch die Zeiger des Chronoskopes in Bewegung, sobald sie eine Zunahme der Reizschwelle bemerkte; bei der folgenden Zunahme wurde der Schlüssel wieder geschlossen, wodurch die Zeiger stehen blieben; „auf diese Weise konnte man die Zeit zwischen den beiden Zunahmen oder die Dauer

einer Schwankung genau feststellen". Das Verfahren ermöglicht zunächst nicht, Aufschluss über die Vorgänge innerhalb einer Schwankung zu gewinnen, wir wissen nicht, welcher Zeitanteil auf die Zunahme, welcher auf die Abnahme, welcher auf das Erloschensein fällt, ob die Veränderungen allmählich oder plötzlich, stark oder schwach sind u. s. w. Bedenklich ist es auch, dass bei der ersten Zunahme eine andere Registrierbewegung ausgeführt wird als bei der zweiten Zunahme; die Registrierbewegung muss, wenn sie nicht selbst Anlass werden soll, dass die Aufmerksamkeit abgelenkt wird, offenbar ganz mechanisch bei der betreffenden psychischen Veränderung ausgeführt werden; wie soll das aber möglich sein, wenn wir stets das eine Mal den Schlüssel öffnen, das andere Mal schliessen sollen, also entgegengesetzte Bewegungen ausführen müssen? Es ist in hohem Masse wahrscheinlich, dass diese Verschiedenheit der Bewegung eine Teilung der Aufmerksamkeit erfordert, die unmöglich ohne Einfluss auf die untersuchte Schwankung ist. Aber alles das tritt zurück gegenüber der weiteren Thatsache, dass Langes Methode ja überhaupt nur immer die erste Schwankung zu notieren vermag; sobald die zweite Zunahme eingetreten, steht die Uhr still, die Zeit zur nächstfolgenden Zunahme bleibt also unbeachtet, kurz die zeitmessenden Versuche beziehen sich überhaupt nur auf den Anfang des Intermittierens, der zweifellos zum Aufschluss über das Wesen des Vorganges durchaus nicht zureicht.

Die Vorrichtung, die ich herstellte, um den besagten Nachteilen zu entgehen, ist einfach folgende. Durch ein genau gehendes Uhrwerk wird um eine vertikale Achse eine Kymographiontrommel in Bewegung gesetzt, die leicht mit weissem Papier überspannt werden kann. Der Umfang der Trommel beträgt genau 38,6 cm; ihr Gang wird daher mittelst kleiner Windflügel so reguliert, dass sie sich in 38,6 Sekunden einmal herumdreht; bewegt sich die Trommel an einem aufzeichnenden ruhenden Stift vorbei, so würde mithin eine gerade Linie entstehen, auf der je 1 mm dem Zeitraum einer

zehntel Sekunde entsprechen muss. Bewegt sich der Stift auf und ab, so müssen Kurven entstehen, an denen die Zeit der Stiftbewegungen mithin auf zehntel Sekunden genau abgelesen werden kann, eine Genauigkeit, welche der in Langes Versuchen entspricht und für derartige Versuche in der That vollkommen ausreicht. An einer vertikalen Metallstange, einige Centimeter von der Trommel entfernt, konnte ein festschliessender Gummiring auf und ab geschoben werden, der in eng umfassender Oese den Holzstiel eines ganz feinen Pinsels trug. Der Pinselstab konnte, sobald der Ring in bestimmter Stellung befestigt war, nun als Hebel benutzt werden, dessen eines Ende die Versuchsperson hin und her bewegte, während das mit den Pinselhaaren versehene andere Ende die Trommel berührte. Dadurch, dass ich langhaarige, sehr feine Pinsel benutzte, konnten sie auch bei ausgiebigeren Bewegungen in steter Berührung bleiben, was bei starren Federn natürlich unmöglich wäre. Vor jedem Versuch wurde der Pinsel mit schwarzer Tusche getränkt. Die Anordnung versagte nie; die Linien sind durchweg fein ausgezogen und die geringste Fingerbewegung gibt eine kräftige Ausbuchtung der geraden Linie. Da nach einer Umdrehung der Trommel die Pinselspitze nie genau in derselben Höhe wie am Anfang stand, und überdies nach einer Umdrehung der Pinsel so viel Farbe verloren hatte, dass die gezeichnete Linie matter und dünner wurde, so konnten wir meistens die Trommel zwei Umdrehungen machen lassen, ohne dass die sich durch einander schlingenden Curven irgendwie verwechselt werden konnten. Auf diese Weise konnte jeder Versuch etwa 80 Sekunden durchgeführt werden.

Nach jedem Versuch wurde dann der Ring mit dem Pinsel ein paar Centimeter tiefer geschoben, und so konnten wir auf jedem Blatt etwa sechs Versuche aufnehmen. Indem nun die Handbewegungen sich vollkommen den wechselnden Empfindungsintensitäten anpassten, die Finger der gut unterstützten Hand sich hoben, sobald die Empfindung stärker

wurde, sich senkten, sobald sie schwächer wurde, und beides nicht plötzlich, sondern in denselben allmählichen Uebergängen und Abstufungen, welche die Empfindung selbst darbot, dadurch wurde in der That ein rein mechanischer Reflexzusammenhang zwischen Reiz und Bewegung ermöglicht, dessen Fehlen mir, wie gesagt, bei den Langeschen Versuchen eine Fehlerquelle bedeutet. Nach jedem Versuch wurde eine kleine Pause gemacht, um die Ermüdung aufzuheben.

Als Versuchsobjekt diente uns nun zunächst die bekannte Drehscheibe, an der auf weissem Grund ein schwarzer, gleich breit bleibender Streifen, mehrfach unterbrochen vom Centrum zur Peripherie führt. Bei der Drehung entstehen graue Ringe, deren Helligkeit mit der Entfernung vom Mittelpunkt abnimmt; die äussersten sind von dem weissen Grund nicht mehr zu unterscheiden; als Fixierobjekt gilt der letzte Ring, der bei gespannter Aufmerksamkeit noch gerade eben merkbar ist. Die Scheibe stand 2 Meter von dem Gesicht der Versuchsperson, die, etwas nach vorn gebeugt, den betreffenden Ring fixierte und gleichzeitig mit der rechten Hand die kleinen Hebelbewegungen ohne jede Ablenkung der Aufmerksamkeit ausführen konnte.

Die erste Serie von Versuchen musste selbstverständlich an den einfachsten Bedingungen festhalten; Dr. Thumb fixierte also den eben noch merklichen Ring und schrieb die Schwankungen so lange auf, bis ich die Trommel arretierte; wie erwähnt, wurde der Verlauf jedesmal 60 bis 80 Sekunden hindurch beobachtet. Die Schwankungen berechne ich so, dass ich vom Beginn des ersten Verschwindens bis zum Beginn des zweiten Verschwindens, vom Beginn des zweiten bis zum Beginn des dritten u. s. w. messe, denn zweifellos ist der Moment des Verschwindens für die Versuche erstens am wichtigsten und zweitens am sichersten subjektiv festzustellen; die von Lange gemessenen Distanzen der verschiedenen Intensitätsmaxima scheinen mir sowohl weniger bedeutsam als auch vor allem weniger sicher zu konstatieren. Trotzdem

ist natürlich irgend ein wesentlicher Unterschied zwischen Langes und unseren Resultaten damit nicht zu begründen und solch ein wesentlicher Unterschied liegt zweifellos vor.

Nehme ich aus sämtlichen Versuchen der geschilderten Art den Durchschnittswert, so ergibt sich als Zeit einer Schwankung 6,9 Sekunden; die mittlere Variation beträgt dabei nur 1,1 Sekunde. Trotzdem sind die Variationen in einzelnen Reihen nicht unbeträchtlich; eine Reihe lautet beispielsweise: 5,4, 10,2, 6,4, 8,5, 8,5, 6,5, 6,7, 8,2, 8,7; eine andere: 7,4, 5,6, 6,1, 7,3, 6,5, 6,2, 3,7, 6,0, 5,6, 8,1 u. s. w., u. s. w. Ich bemerke dabei ausdrücklich, dass, wenn Lange sagt, es könne leicht einmal ein Maximum übersehen werden, bei unserer Versuchsanorduung es sozusagen unmöglich ist, dass irgend einmal eine ganze Schwankung verloren gegangen ist. Wird nur am Anfang und am Ende ein Registrierschlüssel benutzt, so kann ja allerdings eine Veränderung zufällig unregistriert bleiben; wenn aber der ganze Verlauf stetig nachgeschrieben wird, so wird unmöglich eine ganze Hebung und eine ganze Senkung entgehen. Es ist also nicht anzunehmen, dass wenn in dem ersten Beispiel zwischen 5,4 und 6,4 einmal 10,2 vorkommt, dort eine Schwankung übersehen sei; derlei wiederholt sich nicht selten, so dass in mehreren Reihen die mittlere Variation fast ein Drittel der Schwankungsgrösse ausmacht und nur durch die grosse Zahl die mittlere Variation schliesslich weniger als ein Sechstel beträgt. — Ich füge hier nun gleich bei, dass dieselben Versuche für mich, bei allerdings sehr viel kleineren Versuchsreihen, entschieden grössere Werte ergaben, zwischen 8 und 9 Sekunden, während, wie erinnerlich, bei Lange beide Versuchspersonen Werte zwischen 3,1 und 3,4 Sekunden gefunden haben. Von den subjektiven Wahrnehmungen, welche die Versuchsperson zu Protokoll gab, kehrt nur die eine immer wieder, dass sowohl das Verschwinden wie das Wiederkommen des Ringes von dem Gefühl schwacher Augenbewegungen begleitet sei. Objektiv liess übrigens die Form der Kurven deutlich erkennen, dass

es sich stets um ein allmähliches Abschwellen und Anschwellen, nicht um plötzliche Uebergänge handelt.

Gehen wir nun über zu denjenigen Versuchsgruppen, bei welchen das Fixieren des hellgrauen Ringes beschränkenden Bedingungen unterworfen war, so hebe ich zunächst diejenigen mit prismatischen Gläsern hervor. Zwei gleichgerichtete Prismen von 8 Grad sind wie eine Lorgnette mit bequemem Handgriff gefasst; vor die Augen gehalten, verschieben sie selbstverständlich das Blickfeld nach der Seite, behindern aber in keiner Weise das freie Sehen. Es versteht sich daher eigentlich von selbst, dass als diese prismatische Lorgnette dauernd vorgehalten wurde, eine Veränderung in den Schwankungen gegen früher nicht eintrat; die Reihen ergaben auch jetzt Durchschnittswerte von 6 bis 7 Sekunden. Ganz anders aber wurde es, als — und lediglich zu diesem Zwecke hatte ich die prismatische Brille überhaupt herbeigezogen — wir in Intervallen von je 2 Sekunden die Gläser vorhielten, wegnahmen, vorhielten, wegnahmen und so fort. In dem Moment, in dem die eigene linke Hand der Versuchsperson das vorgehaltene Glas entfernte, mussten die Augen selbstverständlich eine seitliche Bewegung machen, um den Kreis wieder zu fixieren, und dieselbe seitliche Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung wurde wieder nötig, sobald das Glas von neuem vorgehalten wurde. Nach kurzer Uebung aber kann der Impuls zu der notwendigen Seitenbewegung so sicher und exakt erteilt werden, dass die Bewegung nur einen kaum wahrnehmbaren Moment dauert und sofort immer wieder aufmerksames Fixieren möglich ist. Auch bei dieser Versuchsanordnung ist also ein fortwährendes Fixieren gegeben, nur schieben sich alle zwei Sekunden energische schnelle Augenbewegungen dazwischen, die vermöge der Prismenmethode das Fixieren nicht aufheben. Auch jetzt ist ein langsames Abschwellen der Empfindung bis zu völligem Erlöschen deutlich wahrnehmbar, auch jetzt beginnt

nach absolutem Verschwinden der Kreis wieder aufs neue sichtbar zu werden, anzuschwellen, ein Maximum der Sichtbarkeit zu erreichen, bis er von neuem abnimmt und verschwindet, nur dauert jede Schwankung durchschnittlich nicht 6 bis 7, sondern 11 bis 14 Sekunden; d. h. zwischen 11 und 14 schwanken die Durchschnitte der einzelnen Reihen, welche sich ja immer aus fünf, sechs Einzelwerten zusammensetzen; das Minimum der Einzelwerte ist jetzt 9,2, das Maximum 16,5 Sekunden. Der Gesamtdurchschnitt beträgt 12,3 mit einer mittleren Variation von 3,1 Sekunden.

In der nächsten Gruppe wurde auf jedes Glas verzichtet und die Scheibe unverändert gelassen; nach je einer Sekunde wurde dagegen von der zweiten Person ein Schall hervorgebracht, bei welchem die Versuchsperson für einen Moment kräftig die Augenlider schloss. Das Fixieren wurde dadurch für eine geradezu kaum merkbare Zeit unterbrochen, da die momentane Lücke durch das direkte Nachbild fast ausgefüllt wird. Ein Abschwellen bis zum Verschwinden trat jetzt überhaupt nicht ein. Genau derselbe negative Erfolg, wenn blitzschnelle willkürliche Schliessung der Augenlider nur alle zwei Sekunden ausgeführt wurde.

Daneben stelle ich die Resultate einer anderen Gruppe, in der nicht das fixierende Auge, sondern die fixierte Fläche in gleichen Intervallen für einen Augenblick verdeckt wurde. Die Fünftelsekundenuhr in der Hand, bewegte ich genau jede Sekunde, in anderen Versuchen jede zweite Sekunde ein graues Kartonblatt schnell an der Scheibe vorüber, so dass das Fixieren für den Moment der Vorbeibewegung unterbrochen war. Immer abwechselnd bewegte ich in einer Versuchsreihe den Karton horizontal, in der nächsten vertikal. Es ist kein Zweifel, und die subjektive Wahrnehmung bestätigt es, dass bei dieser vorübergehenden Bedeckung der Scheibe das Fixieren jedesmal länger unterbrochen wurde als bei dem momentanen Schliessen der Augenlider; die Pausen waren in beiden Fällen dieselben. Der Effekt ist nun

dagegen ein ganz verschiedener. War durch die Unterbrechung des Beobachtens mittels Lidschluss das An- und Abschwellen der Lichtintensität überhaupt aufgehoben, so dass jedenfalls innerhalb 80 Sekunden kein Verschwinden eintrat, so wird durch die Unterbrechung mittels Verdecken das An- und Abschwellen durchaus nicht geschwächt, die Schwankungsperiode aber unzweifelhaft verkleinert, das Verschwinden tritt jetzt also noch häufiger ein als bei normalem, ununterbrochenem Fixieren. Der Durchschnittswert einer Schwankung, berechnet aus sämtlichen bezüglichen Versuchen, betrug nämlich nur 5,8 Sekunden gegenüber den 6,9 Sekunden bei gewöhnlichem Fixieren. Dabei sind diese Schwankungen so regelmässig, dass die mittlere Variation nur 0,6 Sekunden beträgt; die erste Reihe lautete beispielsweise: bei momentanem Verdecken der Scheibe, alle 2 Sekunden, durch vertikale Hin- und Herbewegung grauen Kartons 5,1, 5,3, 7,2, 6,2, 5,4, 6,5, 5,3, 5,5, 5,5, 4,8, 7,3, 5,8.

Selbst wenn die Versuche mit vorübergehender Verdeckung der Scheibe so variiert wurden, dass die Scheibe einen deutlich merkbaren Bruchteil der Fixierzeit völlig bedeckt bleibt, so hörten doch die Schwankungen nicht gänzlich auf, wie bei dem momentanen Lidschluss, sondern sie wurden nur grösser und schwächer. Die extremsten Versuche in dieser Richtung waren derart, dass die Scheibe immer abwechselnd eine viertel Sekunde sichtbar und eine viertel Sekunde verdeckt war; selbst jetzt zeigte sich eine, die Zeiten unbehinderten Fixierens deutlich verbindende Anschwellung und Abschwellung des Eindrucks mit zeitweilig völligem Erlöschen, nur betrugen die Schwankungen jetzt durchschnittlich 16,3 Sekunden mit einer mittleren Variation von 4,2 Sekunden; das Maximum der Schwankung war 22,3 Sekunden. Erst wenn nach je drei Sekunden die Scheibe für eine ganze Sekunde verdeckt blieb, so hörte das Verschwinden auf, d. h. die Pause von einer Sekunde hob den Zusammenhang zwischen der einen

Sichtbarkeitsperiode und der nächstfolgenden vollkommen auf, so dass jede Periode wieder wie ein neu begonnener Versuch war, dessen kurze Dauer nicht ausreichte, um es bis zu völligem Verschwinden kommen zu lassen. Das Protokoll besagt, dass der Ring am Ende jeder Beobachtung matter wird, aber, sobald er zugedeckt wurde, noch nicht völlig verschwunden war; wurde dann nach einer Sekunde die Decke entfernt, so trat der Ring wieder ganz deutlich hervor.

Eine weitere Modifikation führte ich dadurch herbei, dass der graue Ring in indirektem Sehen beobachtet wurde, während als direkt gesehener Fixierpunkt der blanke Schraubenknopf in der Mitte der Scheibe diente. Selbstverständlich konnte die Aufmerksamkeit dabei nicht auf denselben Ring gelenkt werden, der sonst noch eben merkbar war, sondern, während letzterer jetzt vollkommen unsichtbar war, konnte nur noch der vom Centrum aus dritte Ring in Frage kommen. Auf diesen war die Aufmerksamkeit stetig gelenkt, während der glänzende Mittelpunkt fixiert wurde. Auch dieser indirekt wahrgenommene Ring zeigte die typischen Schwankungen, die Distanz von einem Verschwinden bis zum anderen betrug jetzt aber durchschnittlich 8,2 Sekunden; mittlere Variation 1,2. Die einzelne Periode ist also gegen das direkte Fixieren verlängert.

Geradezu überraschend wirken für den Beobachter selbst die Resultate der folgenden Gruppe. Der ganze Apparat mit der sich drehenden Scheibe wird langsam seitlich oder nach oben und unten hin und her bewegt und zwar so, dass die Scheibe in je 2 Sekunden einen Weg von 2 Decimetern durchmacht, in vier Sekunden also einmal auf und ab bewegt ist, respektive einmal seitlich hin und her bewegt wird, während die den Ring fixierenden Augen fortdauernd der Scheibe folgten. Unter diesen Umständen tritt niemals ein Verschwinden des eben merkbaren Ringes ein. Ich habe diese letzten Versuche, nachdem Dr. Thumb immer wieder zu demselben Resultat kam, an mir selber wiederholt,

habe eine ganze Reihe anderer Versuchspersonen herbeigezogen, habe die einzelnen Versuche minutenlang fortgesetzt: immer derselbe Erfolg, dass der Ring, der bei der feststehenden Scheibe nach 6 bis 7 Sekunden verschwindet, bei der ganz langsam hin und her gleitenden Scheibe, wenn die Augen der gleichmässig periodischen Bewegung folgen, niemals zum Verschwinden kommt.

Ganz anderer Art war die nächste Gruppe unserer Untersuchungen. Wir wollten feststellen, ob eine Beschleunigung oder Verlangsamung der Respiration irgend einen merkbaren Einfluss auf die studierten Schwankungen besitze. Um unmittelbar vergleichen zu können, wurden zuerst wieder einige Reihen mit gewöhnlichem Fixieren bei gewöhnlicher Atmung aufgeschrieben; genau wie bei der ersten Gruppe hielten sich die Durchschnittswerte der Schwankungen für die einzelnen Reihen zwischen 6,5 und 7 Sekunden. Jetzt wurde, schon etwa eine halbe Minute vor Beginn jeden Versuches, die Atmung absichtlich beschleunigt und ununterbrochen in kurzen oberflächlichen Atemzügen respiriert; der Gesamtdurchschnitt der einzelnen Schwankung betrug jetzt 5,1 Sekunden, mittlere Variation nur 0,8. Die Durchschnitte der einzelnen Reihen bewegen sich zwischen 4,7 und 5,4 Sekunden. Wurde dagegen die Atmung durch tiefe Atemzüge erheblich verlangsamt, und zwar ebenfalls schon einige Zeit vor Beginn bis zum Schluss des Versuches, so vergrössern sich auch die Schwankungen der Wahrnehmung. Die durchschnittliche Periode beträgt jetzt 8,5 Sekunden, mittlere Variation 1,2. Bezüglich der entsprechenden Atemzüge muss hervorgehoben werden, dass von einem durchgehenden Zusammenfallen der Atmung und der Schwankung keine Rede ist; die normalen Atemzüge des Dr. Thumb waren zwar ebenfalls 6 bis 7 Sekunden lang, die beschleunigten Atemzüge waren aber häufig kürzer als 5 Sekunden, die verlangsamten häufig länger als 8 Sekunden und auch objektiv liess sich zwar ein häufiges Zusammentreffen von Inspiration und Verschwinden des Ein-

drucks wahrnehmen, nicht selten aber auch ein völlig unregelmässiges Nebeneinandergehen. Subjektiv war nirgends ein Einfluss der Atemveränderung auf die Schwankungen wahrnehmbar; die Schwankungen schienen wieder völlig dem Objekt anzugehören, genau so wie beim Fixieren unter normalen Bedingungen.

Unsere Versuche an der rotierenden Scheibe waren damit abgeschlossen. Ich füge anhangsweise eine Reihe von Versuchen bei, die ebenfalls sich auf den Gesichtssinn beziehen und von den bisherigen nur dadurch unterschieden sind, dass als Fixationsobjekt ein kleines schwarzes Quadrat auf weissem Felde diente; die Seite des Quadrats war einen Millimeter lang; die weisse vertikale Papierfläche wurde dann so weit vom Auge zurückgezogen, bis das Quadrat als gerade eben noch merklicher Punkt erschien. Es hat diese Anordnung unter anderem auch den Vorteil, dass das schnurrende Geräusch der rotierenden Scheibe vermieden wird. Die Wahrnehmung des Verschwindens tritt jetzt noch deutlicher ein als bei dem grauen Ring. Gleichzeitig wird aber auch eine spezifische Empfindung im Auge deutlicher, derzufolge im Auge vor dem Verschwinden gleichsam eine Art Schwindel entsteht, und als müsse nach jedem Verschwinden der Punkt erst von neuem wieder gesucht werden. Die Durchschnittsgrösse einer Periode ist jetzt 8,7 Sekunden, mittlere Variation 2,0 Sekunden; die einzelnen Werte schwanken zwischen 5 und 14 Sekunden.

Wurde nun das kleine Quadrat indirekt betrachtet, während die Augen auf ein grosses Quadrat von 3 mm Seitenlänge fixiert sind, so musste die ganze Fläche natürlich sehr viel näher gerückt werden, da das kleine Quadrat fast 1 dcm von dem grösseren entfernt war. Die Schwankungsperioden erweiterten sich unter diesen Umständen auf 18,4 Sekunden mit der grossen mittleren Variation von 6 Sekunden, da zwischen ganz grosse Schwankungen von 20 bis 30 Sekunden einzelne kleine von 5 bis 7 Sekunden zwischenliegen.

Wird das kleine Quadrat wieder bis zur Grenze des eben Merkbaren bei direktem Sehen entfernt und nur bei fortdauerndem Fixieren der ganze Kopf langsam nach beiden Seiten hin- und herbewegt, wobei die Augen natürlich die entgegengesetzten Bewegungen ausführen müssen, um den Punkt nicht zu verlieren, so tritt niemals ein Verschwinden des Punktes ein; er bleibt kontinuierlich gleichmässig sichtbar.

III.

Die bisher geschilderten, experimentell gewonnenen Ergebnisse dürften nun hinreichen, um den zu Grunde liegenden Vorgang dem Verständnis näher zu bringen. Wir werden zunächst freilich in ihnen nicht mehr suchen dürfen, als die Antwort auf die spezielle Frage, die uns zur Auswahl der Versuche führte. Eine allgemeine Theorie der Aufmerksamkeit oder auch nur eine Theorie der Aufmerksamkeitsschwankungen lässt sich aus dem gewonnenen Material noch nicht abstrahieren; nichts weiter vermag es zu bieten, als Aufklärung über die Empfindungsschwankungen bei aufmerksamer Wahrnehmung minimaler Lichtreize. Für diesen einen speziellen Fall dessen, was Lange und andere als Schwankungen der Aufmerksamkeit dargestellt haben, bieten nun unsere Versuche mit ihren so mannigfaltigen Variationen des Prozesses zweifellos sehr viel belehrenderes Material als die unvariierte Prüfung seitens jener anderen Beobachter. Sie haben lediglich die Thatsache festgestellt, dass der graue Ring der Massonschen Scheibe von Zeit zu Zeit verschwindet; ob das pheripher oder central bedingt ist, lässt sich dem nicht entnehmen und die zur Beantwortung dieser Frage herbeigezogenen, an sich unvergleichbaren Versuche mit Erinnerungsbildern oder mit gleichzeitigem Beobachten disparater Reize sind nur demjenigen beweiskräftig, der schon eine fertige Theorie der Aufmerksamkeit an die Erscheinungen heranbringt. Wer sagt

denn, dass die Schwankungen von Erinnerungsbildern dieselbe Ursache haben wie die Schwankungen der eben merklichen Wahrnehmungen? Und könnten bei der simultanen Beobachtung minimaler Reize aus verschiedenen Sinnesgebieten nicht vielleicht ganz neue Faktoren hinzutreten, so dass die Resultate auf die Frage, die uns zunächst beschäftigt, vielleicht gar nicht bezogen werden können. Wir müssen doch offenbar, um Schlüsse zu ziehen aus den Wirkungen, welche die Variation einer einzelnen Bedingung hervorruft, dafür sorgen, dass die übrigen Bedingungen dieselben bleiben, nicht aber unvergleichbar werden. Das Fixieren des Ringes unter gewöhnlichen Bedingungen oder bei vorübergehender Verdeckung oder bei Benutzung eines Glases oder bei veränderter Respiration und ähnliches, das sind wirklich vergleichbare Versuche. Was können wir aus ihnen schliessen?

Ich glaube nun, dass die gesamten Experimente sich nur mit derjenigen Deutung vereinigen lassen, welche Lange glaubte ausschliessen zu müssen, nämlich dass sie peripher und nicht central bedingt sind. Wohlverstanden, ich sage selbstverständlich nicht, dass die Aufmerksamkeit überhaupt nur ein peripheres Phänomen sei oder dass alle Schwankungen unseres Bewusstseinsinhaltes ihre psychophysischen Ursachen ausserhalb der Centralorgane finden; ich sage nicht einmal, dass die Veränderungen unseres speziellen Falles unabhängig von centralen Reflexbahnen vor sich gehen, ich glaube nur, dass der eigentliche Effekt, das Stärkerwerden und Verschwinden der Empfindung hervorgerufen ist durch Vorgänge in der Sphäre des zuführenden Sinnesorganes.

Bleiben wir bei dem Einzelfall, auf den sich unser Material bezieht, die Veränderung des mattgrauen Gesichtseindruckes, der bald von dem weissen Hintergrund sich abhebt, bald mit ihm verschwimmt. Dass die Schwankung nicht auf physikalischen Veränderungen des Objekts beruht, ist evi-

dent, es fragt sich also nur, welche Faktoren des Subjekts in Frage kommen. Der nächstliegende Gedanke wäre, dass es sich um periphere Vorgänge, um Schwankungen der Nervenerregbarkeit handelt. Wenn der Lichtreiz so schwach ist, dass der Optikus durch ihn nur gerade eben erregt wird, so versteht es sich von selbst, dass eine Ermüdung des Nerven ihn für denselben Reiz unerregbar machen müsste; nach einer kurzen Erholungszeit würde dann die Erregbarkeit restituiert sein, die Empfindung daher aufs neue entstehen können. Urbantschitsch hat für die Gehörsempfindungen diese Auffassung verteidigt; Lange hat sie als völlig unmöglich hinstellen wollen, indem er drei Argumente dagegen anführt. Erstens, meint Lange, spricht die Analogie mit den motorischen Nerven dagegen, dass die sensiblen Nerven so rasch bei so schwachem Reiz ermüden. Der Einwand enthält einen richtigen Kern, ist aber zweifellos falsch, wenn er dahin ausgeführt wird, „dass die Ermüdung bei schwachen Reizen nur nach einer sehr langen Wirkung vorkommt". Die Versuche am Nerv-Muskelpräparat, an die Lange dabei offenbar denkt, sagen uns über die Ermüdung des Nerven zunächst gar nichts, sondern beziehen sich lediglich auf die Ermüdung des Muskels. Aber selbst unter den Versuchen, in die als schwer eliminierbarer Faktor die Erregbarkeit des Muskels eingeht, kenne ich keinen, dessen einzelne Bedingungen wirklich denen des vorliegenden Falles parallel zu setzen wären, denn zum mindesten müsste dann die Einwirkung eines kontinuierlichen minimalen Reizes bei normalen Lebensbedingungen des zu ermüdenden Nerven vorliegen.

Noch weniger entscheidend ist der zweite Einwand. Lange meint, es wäre „absolut unbegreiflich, wie die Ermüdung der peripherischen Nerven von neuem verschwinden könnte, obgleich der äussere Reiz fortdauert". Hier sind nun, was Lange übersehen hat, zwei ganz verschiedene Fälle auseinander zu halten. Bleiben wir zunächst bei den Schall-

empfindungen, für welche Urbantschitsch die wechselnde Erregbarkeit des Nerven behauptet hatte, so kann ich die absolute Unbegreiflichkeit nicht zugestehen. Bei den minimalen Schallempfindungen wäre, der Nerv-Ermüdungstheorie zufolge, nach einigen Sekunden der Akustikus in einem Zustand der Ermüdung, in welchem er das Ticktack der Taschenuhr nicht mehr fortzuleiten vermag, so dass die Erregung sich nicht zum Centrum fortpflanzen kann und der Schall für uns verschwindet. Ist dieser Zustand wirklich eingetreten, so ist es offenbar ganz gleichgültig, ob „der äussere Reiz fortdauert" oder nicht; wenn der Nerv durch das Ticktack nicht erregt wird, so ist es für den Nerven doch genau dasselbe, als wenn die Uhr überhaupt weggenommen ist. Der Nerv könnte sich also in der Zeit, während welcher er durch Ermüdung für den Reiz unerregbar geworden ist, genau so erholen, als wenn der Reiz überhaupt beseitigt wäre, und da andererseits die Ermüdung, welche gerade hinreicht um den Nerv für einen minimalen Reiz unerregbar zu machen, offenbar selbst nur minimal angenommen werden kann, so würden zweifellos einige Sekunden hinreichend sein, um die geringe Erschöpfung wieder aufzuheben. Dann aber fällt natürlich auch Langes dritter Einwand hinweg, nämlich dass, wenn wir es „hier mit einer Erscheinung peripherischer Ermüdung zu thun hätten, es unbegreiflich wäre, weshalb sie besonders und sogar ausschliesslich bei schwachen Reizen zu beobachten ist, obgleich der Nerv bei denselben am wenigsten leidet". Nur bei dem ganz minimalen, an der äussersten Grenze der Merkbarkeit befindlichen Reize würde die Ermüdung bewirken, dass der Reiz überhaupt wirkungslos wird und somit eine Periode der Erholung für den Nerv eintritt, welche die Bedeutung einer Reizpause hat. Bei jedem stärkeren Reiz würde die geringere Erregbarkeit nur zu einer Schwächung der Reizfortpflanzung, nicht zu einer Aufhebung führen, es kann also keine Erholung und somit auch kein erneutes Stärkerwerden, kurz keine Schwankung eintreten.

Ganz anders verhält es sich dagegen, wenn wir nicht den Schall der Taschenuhr sondern den grauen Ring der Massonschen Scheibe berücksichtigen. Hier dauert die Erregung thatsächlich fort, auch wenn die Unterscheidung des Ringes aufhört; der Ring scheint zu verschwinden, aber an der betreffenden Stelle erscheint keine Lücke, kein schwarzer Fleck, sondern sie ist im Gegenteil so hell wie der weisse Hintergrund. War das Verschwinden des Schalles also eine Ruhepause für den Akustikus, so ist das Verschwinden des Ringes durchaus keine Ruhepause für den Optikus, da er fortdauernd von Lichtreizen erregt wird. Anders wäre es natürlich, wenn als Lichtreiz ein minimaler Lichtpunkt im dunklen Raum benutzt würde; dann würde das scheinbare Erlöschen des Lichtes durch die Ermüdung des Sehnerven die Bedingung für seine Erholung sein.

Somit hat für den Ring auf der Scheibe Lange scheinbar recht, und dennoch ist auch für diesen Fall seine Argumentation durchaus hinfällig. Lange findet es unbegreiflich, dass der durch Ermüdung des Sehnerven verschwundene Ring von neuem erscheint, während der Reiz fortdauert; er übersieht dabei, dass die ganze Voraussetzung einfach unmöglich ist, dass nämlich, gleichviel ob eine Ermüdung des Nerven durch die Einwirkung der Scheibe eintritt oder nicht, in keinem Fall das Verschwinden des Ringes von einer Ermüdung des Nerven abhängen kann, dass somit das Problem, wie der ermüdete Nerv sich erholt, gar nicht in Frage kommt. Der graue Ring entsteht für uns ja nur dadurch, dass die Intensität des weissen Scheibenlichtes an der betreffenden Stelle um einen von der Gradzahl des schwarzen Streifens abhängigen Bruchteil vermindert wird; ist die Lichtstärke 100, so beträgt die des Ringes vielleicht 99. Würde nun wirklich der Sehnerv ermüden und würde wirklich diese Ermüdung eine geringere Erregbarkeit mit sich bringen, so würde dadurch die Lichtintensität der Scheibe offenbar ebenso abnehmen wie die des Ringes, das Verhältnis zwischen beiden

würde also dasselbe bleiben, der Ring mithin immer eben merkbar sein.

Für den Schall liesse sich also trotz Langes Einwendung sowohl Verschwinden durch Ermüdung als auch Wiederkommen durch Erholung erklären, für den Lichtring aber liesse sich nicht nur nicht das Wiederkommen, sondern, trotz Lange, auch das Verschwinden durch Ermüdung des Nerven nicht erklären. Ja, wir müssen zufügen: die psychologischen Erfahrungen sprechen eigentlich dahin, dass die sensiblen Nerven überhaupt nicht ermüden. So wie die Ermüdungserscheinungen am Nervmuskelpräparat auf Veränderungen des Muskels zu beziehen sind, so sind die sensorischen Ermüdungserscheinungen auf Veränderungen des Sinnesorgans oder des Nervencentrums zu reduzieren; der fortleitende Nerv wird unter normalen Ernährungsbedingungen und unter normalen, nicht zerstörend starken Reizen nicht müde, seine Pflicht zu thun. Denken wir etwa daran, dass der Müller, der das Klappern seiner Mühle gar nicht mehr hört, dennoch ihr Stillstehen sofort empfindet; das beweist, dass der gleichförmige Gehörreiz bis zu dem Moment des Stillstehens ganz regelmässig tagaus tagein ohne Unterbrechung zum Centralnervensystem geleitet wurde.

Doch nicht die Verallgemeinerung hat uns hier zu kümmern; in dem speziellen Fall, der uns näher beschäftigt, bei dem Ring der Massonschen Scheibe ist jedenfalls die Schwankung nicht durch Ermüdung des Sehnerven zu erklären, weil durch die Ermüdung das Lichtstärkenverhältnis nicht zu ungunsten der Sichtbarkeit des Ringes verändert wird. Das genügt uns, um die weitere Frage aufzuwerfen: In welchem physiologischen Substrat liegt nun also die Ursache für die Schwankung? Aus den geschilderten Versuchen entnehme ich die Antwort: Im lichtzuleitenden Sinnesorgan; nicht im Sehnerv, aber auch nicht im Gehirn, noch weniger in einer transcendentalen Apperception, sondern in dem Auge, spezieller in

den Fixations- und Akkommodationsmuskeln des Auges.

Der Vorgang, den uns die Versuchsergebnisse sofort begründen sollen, würde somit einfach folgendermassen zu denken sein. Voraussetzung der Experimente war, dass der graue Ring bei gespannter Aufmerksamkeit eben gerade merkbar war; ein Verschwinden der nicht an der Grenze der Sichtbarkeit stehenden Ringe kommt überhaupt nicht in Frage. Nun können wir unerörtert lassen, worin physiologisch und psychologisch das Wesen dieser gespannten Aufmerksamkeit besteht, das aber ist sicher, dass, gleichviel ob man es als Bestandteil oder als Ursache oder als Folge der Aufmerksamkeit betrachten will, unser Auge unter normalen Bedingungen auf einen aufmerksam beobachteten Reiz fixiert und für denselben akkommodiert ist. Der graue Ring ist also zunächst gerade eben noch sichtbar, wenn die Augenmuskeln den Augapfel in einer Stellung halten, in der der beobachtete Reiz den gelben Fleck trifft, und wenn die Akkommodationsmuskeln so gespannt sind, dass die Lichtstrahlen des fixierten Punktes sich genau auf der Netzhaut vereinigen. Es ist leicht ersichtlich, dass der Ring nun verschwinden muss, sobald der Augapfel irgend eine Ablenkung erfährt oder der Akkommodationsmuskel auf grössere oder geringere Entfernung sich einstellt als die Entfernung der Scheibe vom Auge.

Für die Akkommodation ist das ganz klar. Da die beiden Lichtintensitäten so minimal verschieden sein sollten, dass sie bei der unmittelbaren Berührung des Ringes mit der Scheibe nur gerade eben unterschieden werden konnten, so würde der Unterschied unmerkbar sein, sobald die beiden Lichtstärken statt der scharfen Grenze durch allmähliche Uebergänge dazwischenliegender Intensitätsabstufungen getrennt wären. Je allmählicher der Uebergang, desto schwieriger wird die Unterscheidung, die offenbar unmöglich ist, sobald die beiden äussersten Stufen selbst so wenig unterschieden

sind, dass sie bei unmittelbarer Berührung nur eben unterscheidbar werden. Dieser abschattierte Uebergang statt der deutlichen Grenze muss aber sofort eintreten, sobald die Akkommodation sich ändert; an der fixierten Stelle, an der Weiss und Grau sich trennten, müssen jetzt die Zerstreuungskreise des Weissen und Grauen sich teilweise decken; es müssen also dazwischenliegende Stufen der Lichtintensität die Unterscheidung des Ringes unmöglich machen.

Etwas anders liegt es scheinbar für die Ablenkung aus der Fixationsstellung. Die Untersuchungen von Fick, Kirschmann und anderen haben erwiesen, dass das indirekte Sehen durchaus nicht eine Schwächung des Lichteindrucks hervorruft, dass in gewissem Abstand vom gelben Fleck die Erregbarkeit der Netzhaut sogar eine grössere ist. Wird unser Blick etwas abgelenkt, so fällt die bisher fixierte Stelle mithin auf einen noch erregbareren Fleck der Netzhaut, die Wahrnehmung des Reizes kann dadurch also nicht beeinträchtigt werden. In der That würde dieser Einwand vielleicht Geltung besitzen, wenn es sich um die Wahrnehmung eines Lichtpunktes auf schwarzem Grunde handeln würde; für das Objekt, das uns beschäftigt, ist dagegen der ganze Einwand völlig unzutreffend. Sobald der graue Ring auf erregbarere Seitenteile trifft, so muss er ja an Helligkeit zunehmen, muss also, da er nur um eben merkbare Differenz hinter der Helligkeit der Scheibe zurückstand, nunmehr von ihr ununterscheidbar werden. Jede Ablenkung aus der Fixierstellung und jede Entspannung der Akkommodation muss also ein Verschwinden des grauen Ringes zu stande bringen. Es fragt sich, ob zu solchen Veränderungen der Muskelthätigkeit Veranlassung vorliegt.

Ehe man nach den Veränderungen der Muskelleistung forscht, dürfte aber die näherliegende Frage die sein, wie diese Thätigkeit selbst zu stande kommt, wie also Akkomodation und Fixation bedingt sind. Allgemeine metaphysische Anschauungen über die Wirkung eines rein psychischen

Willens auf physische Muskeln sind dabei selbstverständlich ungeeignet; unsere gesamten psychophysischen Erfahrungen führen uns vielmehr zu einer Auffassung, welche die physischen Erscheinungen auch physisch erklärt. Ihr zufolge ist unser ganzes psychophysisches Erleben das Mittelglied unendlich mannigfaltiger Reflexvorgänge. Jede centripetale Einwirkung entladet sich central in centrifugale Erregung, und der sensorisch-motorische Apparat, der vom Sinnesorgan zum Muskel durch das Centralnervensystem führt, wird qualitativ kein anderer, gleichviel ob er eine einfache Zuckung bei schädlichem Reiz auslöst oder ob er die komplizierten Handlungen eines Kulturmenschen auslöst, zu deren Anregung Milliarden von Reizen unserem Centralapparat seit dem ersten Atemzug zugeführt und in ihm aufgespeichert werden mussten. In diesem Sinne konnte Setschenow treffend sagen: „Denken sind nur die zwei ersten Drittel eines Reflexes“; in diesem Sinne möchte ich hinzufügen: Spontan handeln sind nur die zwei letzten Drittel eines Reflexes.

Eine bestimmte Summe von peripher einwirkenden Reizen oder von Nachwirkungen früherer Reize muss also in unserem Centralorgan sich geltend machen, wenn diese sensorische Erregung zugleich zureichende Ursache für die motorische Erregung der Augenmuskeln sein soll. Die Selbstwahrnehmung, die uns über jenen physiologischen Anstoss nichts auszusagen vermag und erst von der vollzogenen Bewegung durch die periphere Bewegungsempfindung Kenntnis erhält, allenfalls durch associative Ergänzung das Erinnerungsbild dieser Bewegungsempfindung als sogenannte Innervationsempfindung antizipiert, sie muss uns natürlich über die betreffenden sensorischen Erregungen vollkommen orientieren. In unserem speziellen Fall finden wir diese Summe von Reizen und Reiznachwirkungen aus zwei ganz gesonderten Komplexen bestehen, deren jeder für sich ungenügend wäre, die Muskelerregung auszulösen. Erstens nämlich wirkt als Reiz

die weisse Scheibe mit den grauen Ringen; zweitens aber kommt dazu der aus Reiznachwirkungen zusammengesetzte Gedanke, dass wir den Ring auf der Scheibe aufmerksam beobachten sollen. Mag dieser zweite Erregungskomplex zuletzt durch gesprochenes Wort oder durch Lektüre oder durch eigenes Nachdenken angeregt sein, das selbst wieder durch Beobachtungen oder durch Bücher hervorgerufen wurde, in jedem Fall muss sich mit dem Schallreiz des Gesprochenen, mit dem Lichtreiz des Gedruckten eine ungeheure Summe von Nachwirkungen früherer Reizkomplexe associieren, um den gehörten oder gelesenen Worten Sinn, Bedeutung, Wirksamkeit zu verleihen. Dieser zweite Teil, der in dem gegenwärtigen Wunsch gipfelt, den Ring zu fixieren, setzt sich also aus einer schier unübersehbaren Menge von Einzelreizen und ihren Nachwirkungen zusammen und doch müssen sie alle in bestimmter Intensität auf das Centralnervensystem eingewirkt haben, damit, wenn nun noch der Lichtreiz der Scheibe hinzukommt, diese ganze Erregungssumme sich in derjenigen motorischen Erregung entladet, deren Effekt die genaue Einstellung des Augapfels und der Linse ist.

Die reflektorischen Vorgänge, die sich in unserem sensorisch-motorischen Nervenapparat abspielen, können damit aber noch nicht abgeschlossen sein, denn mit dem Zeitpunkt, wo die Einstellung durch Muskelspannung erfolgt ist, beginnt ja diese Muskelspannung selbst als sensorischer Reiz auf das Gehirn zu wirken. Da der Reiz minimal ist und exaktes Fixieren und genaue Akkommodation verlangt, so ist die anzuwendende Spannung relativ stark; sie wird also relativ schnell diejenige Erregung zum Centrum senden, welche sich uns psychisch als Ermüdungsempfindung verrät. Diese neue Reizung muss auch wieder reflektorisch ihre centrifugalen Wirkungen ausüben; eine einfache biologische Ueberlegung besagt uns ebenso wie die tägliche Erfahrung, welcher Art diese motorischen Wirkungen des Ermüdungsreizes sind. Sie wirken erregend auf die Antagonisten, resp.

entspannend auf den ermüdeten Muskel. Sind die Beuger des Armes durch lange Kontraktion ermüdet, so wirkt dieser Ermüdungsreiz als Bewegungsanstoss auf die Armstrecker, durch deren stärkere Kontraktion nun die Beuger entspannt werden; sind die Augenmuskeln durch langes Fixieren ermüdet, so wirkt ihre Ermüdung als Reiz zur Veränderung der Augenstellung; sind die Muskeln des inneren Auges durch exakte Akkommodation ermüdet, so wirkt ihre Ermüdung als Reiz zur Entspannung. Nach kurzer Zeit, d. h. sobald der Ermüdungsreiz stärker wirkt als der ursprüngliche Reizkomplex, wird also der Augapfel um ein geringes seine Stellung und die Linse ihre Spannung verändern. Eben dadurch hört allmählich der Ermüdungsreiz auf, der ursprüngliche Reizkomplex bleibt somit wieder als der allein wirkende übrig, von neuem wird also die genaue Einstellung erfolgen, bis aufs neue die Ermüdung zur Spannungsveränderung führt. So entsteht ein langsames Hin- und Herschwanken, und da wir uns vorher überzeugten, dass jede Veränderung der Akkommodation oder Fixation zum Verschwinden des grauen Ringes führt, so ist es ohne weiteres klar, weshalb der Ring bald sichtbar ist und bald verschwindet. Die sogenannten Schwankungen der Aufmerksamkeit, soweit sie an dem Ring der Massonschen Scheibe zu beobachten sind, beruhten mithin auf Veränderungen im Muskelapparat des Auges.

Der absichtlich bis ins einzelne durchgeführte Nachweis, dass sich die Schwankungen durch solche periphere Veränderungen erklären lassen, ist nun aber selbstverständlich noch kein Beweis dafür, dass sie central thatsächlich nicht zu stande kommen können, die dargestellte Lösung des Problems also die einzig mögliche ist. Dieser Beweis ist in den Experimenten gegeben, an deren Einzelheiten wir uns nun noch einmal erinnern müssen.

Die früher allein berücksichtigte Thatsache, dass bei normaler Fixierung Schwankungen auftreten, entscheidet natürlich weder für das eine noch für das andere. Wertvoller ist

dagegen schon der nächste Versuch, bei welchem alle vier Sekunden eine prismatische Brille für zwei Sekunden vorgehalten wurde, so dass trotz fortdauernden Fixierens nach je zwei Sekunden eine energische Augenbewegung eintreten musste; die Schwankungen blieben ebenso deutlich, aber statt 6 bis 7 Sekunden betrugen sie 11 bis 14 Sekunden. Wäre der Vorgang central, so wäre kein Grund erfindlich, weshalb das zeitweilige Vorhalten des Glases die Perioden der centralen Schwankung so bedeutend vergrössern soll, da der Reiz ja genau derselbe bleibt. Sind die Schwankungen aber im peripheren Apparat durch Muskelermüdung bedingt, so ist es selbstverständlich, dass die Ermüdung der fixierenden Augenmuskeln durch ihre zwischengeschobenen Bewegungen und Lageveränderungen aufgehoben wird, und da bei der schnellen Bewegung des Augapfels auch die festgehaltene Akkommodation für einen Moment losgelassen wird, so sind in der That alle Bedingungen gegeben, um die aus der Ermüdung resultierenden Muskelverschiebungen, in deren Gefolge das Bild des Ringes verschwindet, beträchtlich zu verzögern. Dass die Schwankungen nicht ganz aufhören, liegt offenbar daran, dass der Akkommodationsmuskel bei der Augenbewegung nur minimal entspannt wird, seine Ermüdung also nicht beseitigt wird.

Anders liegt es schon bei den folgenden Reihen, bei denen jede Sekunde oder alle zwei Sekunden die Augenlider sehr schnell, aber kräftig geschlossen wurden und die Schwankungen nun überhaupt aufhörten. Handelte es sich um centrale Schwankungen, so würde die Unterbrechung geradezu ohne Einfluss sein, denn sie ist so kurz, dass sie in der kontinuierlichen Empfindung überhaupt keine Lücke hervorruft, ebenso wie unser normales Augenblinzeln den Gesichtseindruck nicht stört. Ist aber die Empfindung nahezu ununterbrochen, ist also die objektive Unterbrechung zu kurz, um das sensorische Centrum merklich zu beeinflussen, so kann sie auch nicht die Macht haben, die so auffälligen centralen Schwan-

kungen ganz zu sistieren. Schliessen wir uns dagegen der Annahme an, dass es sich um Ermüdung peripherer Muskeln handelt, so ist das Ergebnis nicht nur erklärbar, sondern geradezu notwendig. Während nämlich ein Lidschluss durch unwillkürliches Augenblinzeln ohne Einfluss auf Akkommodation und Augenstellung zu sein pflegt, ist jenes willkürliche kräftige Zukneifen der Augen jedesmal von energischer Wirkung auf den Muskelapparat des Auges. Vor allem die Spannungsverhältnisse im inneren Auge werden durch den momentanen heftigen Druck so völlig verändert, dass die durch gleichmässige Spannung entstehende Ermüdung des Akkommodationsmuskels bei jedem Zudrücken des Lides beseitigt wird und der Muskel, sobald das Lid sich hebt, wieder mit neuer Frische sich anspannt. Und zu dieser Druckwirkung kommt während des kräftigen Lidschlusses ein schnelles unwillkürliches Senken der Augen mit leichter Konvergenz; die Spannung des Fixierens wird dadurch ebenfalls unterbrochen. Sämtliche Ermüdungsreize, durch deren Wirkung das Verschwinden des grauen Ringes erfolgte, sind somit durch den Liddruck beseitigt; die Schwankung muss somit wegfallen, der graue Ring dauernd sichtbar bleiben.

In das rechte Licht rückt diese Versuchsserie aber erst dann, wenn wir die nächstfolgende daneben berücksichtigen. Jetzt wurden in genau denselben Intervallen ebenfalls kurze Unterbrechungen des Lichteindrucks hervorgerufen, nur nicht durch Lidschluss, sondern durch Vorbeiziehen eines grauen Kartons. Die Schwankungen werden jetzt durchaus nicht aufgehoben, sie werden im Gegenteil noch beschleunigt. W ä r e d i e S c h w a n k u n g e i n c e n t r a l e r V o r g a n g, so w ä r e d i e s e r G e g e n s a t z u n m ö g l i c h. In beiden Fällen wird in denselben Zeiten der Lichteindruck momentan aufgehoben, einmal durch Lidschluss, das andere Mal durch dunkle Bedeckung der Scheibe. Für das sensorische Centralorgan muss in beiden Fällen dieselbe Wirkung entstehen; es wäre also unbegreiflich, weshalb es dort den Eindruck

dauernd festhält, hier aber noch beschleunigter schwankt als bei normaler Fixierung. Ist die Schwankung aber peripher, so ist das selbstverständlich. Wir sahen ja, dass sie beim Lidschluss deshalb nur unterblieb, weil seine Druckwirkung die Spannung der Akkommodation veränderte und dadurch den Ermüdungsreiz beseitigte; wird dagegen der Lichteindruck selbst durch die zeitweilige Verdeckung intermittierend, so ist dabei von keiner Druckwirkung die Rede, ja es wird auch sonst in keiner Weise die Akkommodationsspannung verändert, da in dem Moment, in dem der Karton sich dicht vor der Scheibe vorbeibewegt, dieser nun selbst gesehen wird, die Linse also auf dieselbe Entfernung eingestellt bleibt. Von einer Beseitigung der Ermüdung kann jetzt somit keine Rede sein; aber noch mehr: die sich vorbeibewegende Platte wird notwendig das Auge in ihrer Bewegungsrichtung mit fortziehen; die Bewegung des vorbeigeschobenen Objektes wirkt somit als Reiz, das Auge aus seiner Fixationsstellung zu verdrängen, und dieser Reiz summiert sich zu dem Ermüdungsreiz der Augenmuskeln, der dasselbe intendiert. Die von letzterem angebahnte Wirkung muss dadurch, dass jener Impuls von aussen noch dazu kommt, um so viel schleuniger also eintreten, d. h. die einzelne Schwankung muss kürzer werden.

In dieser Weise sind nun auch alle übrigen Ergebnisgruppen zwingende Beweise für die verteidigte Auffassung gegen die Annahme einer centralen Einwirkung. Nur ein paar Punkte seien noch hervorgehoben. Wenn beispielsweise beim indirekten Beobachten des Ringes, während der blanke Knopf der Scheibe im Blickpunkt steht, die Schwankungsperioden verlängert werden, so ist das die notwendige Folge davon, dass jetzt der Reiz zum Fixieren ein sehr viel intensiverer ist. Früher war die Fixierspannung die motorische Entladung des Reizkomplexes, der sich aus der Vorstellung des Fixierenwollens und dem Anblick des matten Ringes zusammensetzte; an die Stelle des letzteren ist jetzt der hell-

glänzende, für sich schon die Augen anziehende Knopf getreten, die Spannung wird also viel leichter ausgelöst werden oder, was dasselbe bedeutet, sie wird entgegengesetzten Reizeinflüssen viel länger widerstehen. Der Ermüdungsreiz, der das Auge von dem blanken Punkt abziehen soll, muss also stärker sein als der, welcher das Auge von dem matten Ring ablenken kann; zur Entstehung dieser stärkeren Ermüdung ist aber etwas längere Zeit notwendig, die Verlängerung der Schwankungsperioden somit erklärlich.

Auch die Thatsache, dass der Ring uns nicht verschwindet, wenn wir die Scheibe ganz langsam hin und her bewegen und mit den Augen verfolgen, ist nur dann unerklärlich, wenn die Ursache der Schwankung im Gehirn gesucht wird. Für das Sensorium bleibt ja in der That der eben merkbare Eindruck stets genau derselbe, gleichviel ob die Scheibe ruhig steht oder bewegt wird. Für die Augen aber bedeutet das keine unwesentliche Veränderung. Der fortwährende Wechsel in den Kontraktionsverhältnissen der Augenmuskeln lässt den Ermüdungsreiz nicht aufkommen und mit der wechselnden Stellung des Augapfels ist ein Wechsel in den Druckverhältnissen des inneren Auges, also auch im Akkommodationsapparat eng verbunden.

Auch die Einflüsse der Respiration sprechen für sich selber. Jede Inspiration ist ja eine komplizierte Körperleistung, welche durch das Zusammenwirken zahlreicher Muskeln zu stande kommt. Dieser Impuls an so mannigfaltige Muskeln strahlt im Centralorgane derart aus, dass auch der Spannungstonus der übrigen Muskeln sich steigert; es kommt bei jeder Inspiration also zu dem durch die Ermüdung hervorgerufenen Impuls noch der von dem Drang nach inspiratorischer Mitbewegung. Der letztere wird somit das Mass des ersteren eventuell voll zu machen im stande sein und, weit entfernt, dass die Schwankungen etwa nur Resultate der Respiration sind, wird die Respiration thatsächlich in dieser den Ermüdungsreiz ergänzenden Art ihren Einfluss

auf die Schwankungen ausüben. Werden die Atemzüge langsamer, so werden daher auch die Schwankungen länger sein als bei hastiger Atmung, ohne dass Atemzug und Schwankung sich deshalb jedesmal decken müssen.

Für die Schwankungen beim Fixieren des schwarzen Punktes gilt selbstverständlich ganz dasselbe; auch hier wird beispielsweise das Nichtverschwinden des Eindrucks, sobald der Kopf hin und her gedreht wird, die Augen also stets der Kopfbewegung entgegengesetzt sich drehen müssen, unmöglich aus centralen Verhältnissen erklärt werden können, während es evident ist, dass diese fortwährende Bewegung der Augen den Reiz, die Stellung zu verändern, vollkommen beseitigt und somit die zur Aufhebung des Eindrucks führenden Abirrungen des Auges wegfallen.

Ich halte mit alledem den Beweis vollständig zwingend durchgeführt, dass wirklich die Schwankungen bei der Wahrnehmung des grauen Ringes bedingt sind durch Veränderungen im peripheren Sinnesapparat. Nun hatten wir nur aus dem einen Grunde unsere sämtlichen Experimente am Auge angestellt, weil nur bei diesem Sinne eine so grosse Mannigfaltigkeit der Versuchsbedingungen hergestellt werden kann. Wir können unsere Augen ablenken oder fixieren, können sie hin und her bewegen oder indirekt sehen, einen Druck auf das Auge ausüben oder für andere Entfernung akkommodieren und vieles andere, dem beim Gehörorgan wenig parallel zu setzen wäre. Weder unseren Trommelfellspanner noch unseren Steigbügelmuskel können wir durch sicher kontrollierbare Bedingungen willkürlich beeinflussen; eine exakte Prüfung an uns selber, ob die Gehörsschwankungen central oder peripher bedingt sind, ist so wie am Auge in der That kaum möglich. Da muss denn eben der Beweis an einem Organ für das andere eintreten; denn das dürfte wohl von vornherein anzunehmen sein, dass, wenn wirklich die Lichtschwankungen nicht central, sondern peripher hervorgerufen werden, dass dann auch die Gehörsschwankungen durch das

Gehörorgan, nicht durch das Gehirn bedingt sind. Mag es die Ermüdung des einen oder des anderen Muskels sein, jedenfalls ist es undenkbar, dass uns der minimale Lichtreiz dauernd sichtbar bleibt, sobald die Ermüdung der Augenmuskeln künstlich beseitigt wird, der minimale Schallreiz aber unabhängig von den Muskeln im Ohr uns durch centrale Gründe stetig schwanken sollte. Wir müssen vielmehr schliessen, dass auch die Schallschwankung beseitigt würde, wenn wir im stande wären, die Ermüdung im Muskelapparat des Gehörorgans so wie beim Auge zu beseitigen.

Zu welchen Unmöglichkeiten die übliche Annahme vom centralen Ursprung dieser Schwankungen führt, sei hier, wo es sich um die Kongruenz der optischen und akustischen Phänomene handelt, an einem einfachen Beispiel hervorgehoben. Die Vertreter dieser Anschauung behandeln nämlich das Ticktack der Taschenuhr als einen kontinuierlichen Schallreiz. Zweifellos ist das unberechtigt; das Ticken besteht aus meist fünf kurzen Schlägen in der Sekunde, die durch lautlose Pausen getrennt sind. Als Gesichtsreiz würde dem Anhören der Taschenuhr also das Betrachten des grauen Ringes nicht dann entsprechen, wenn es kontinuierlich erfolgt, sondern wenn es fünfmal in der Sekunde durch nicht zu schnellen Lidschluss unterbrochen würde. Wir hätten dann fünf schwache Lichteindrücke in der Sekunde, wie wir bei der Uhr fünf schwache Schalleindrücke haben. Führen wir diese Gesichtsunterbrechung aber aus, so ergibt sich bald, dass eine Schwankung dann überhaupt nicht mehr erfolgt, der Ring dauernd sichtbar bleibt. Wir ständen somit vor dem Resultat, dass die Schwankung bei dem unterbrochenen Schall, aber nicht bei dem unterbrochenen Licht eintritt, was jedenfalls theoretisch absurd ist und der gesamten Theorie, der zuliebe die Schwankungen durchaus ins Centrum verlegt werden sollen, widersprechen würde. Vom Standpunkt unserer Auffassung ist das Verhältnis dagegen ganz leicht verständlich. Genau derselbe

Vorgang, dieselbe Schwankung nämlich wie beim Schall tritt auch beim Licht dann ein, wenn die fünffache Unterbrechung nicht durch Lidschluss, sondern durch schnelles Bedecken der Scheibe erfolgt, denn, während der Lidschluss durch seinen Druck die Ermüdungsempfindung beseitigte, wird dieselbe bei der Bedeckung des Objekts deshalb nicht aufgehoben, weil die Linse auch während der Bedeckung der Scheibe auf dieselbe Entfernung eingestellt blieb. Eben deshalb aber muss auch das Ohr bei seinen regelmässigen Ermüdungsschwankungen bleiben, weil die zwischen den Schlägen eingeschobenen Pausen lautlos sind und somit keine Veränderung der Spannung in den Ohrmuskeln aktiv hervorrufen; das Gehörorgan bleibt von einem Schall zum anderen in derselben Spannung und schwankt daher genau so, als wenn der Schall kontinuierlich wäre. Füllen wir dagegen die Pausen zwischen den Ticktackschlägen mit zwischenfallenden Geräuschen von anderer Stärke aus, so dass jedesmal die inneren Spannungsverhältnisse verändert und die Ermüdungsreize dadurch beseitigt werden, so wären ähnliche Bedingungen hergestellt wie beim Lidschluss für das Auge, und in der That scheint mir dann die Schwankung des Uhrgeräusches wegzufallen; es liegt aber auf der Hand, dass solche Versuche nur sehr schwer durchzuführen und das Gehörorgan für derartige Experimente sehr viel unzuverlässiger ist als das Auge. Das aber ist klar, dass die Thatsache ähnlicher Schwankung beim Uhrschall wie beim Scheibenring, obgleich jener fortwährend unterbrochen, dieser kontinuierlich ist, der üblichen Theorie centraler Schwankung widerspricht, unserer Theorie, der peripheren Ermüdung, aber vollkommen sich anpasst. Wir können also nicht zweifeln, dass, was fürs Auge gilt, hier auch vom Ohr gilt, kurz dass die periodischen Schwankungen in der Wahrnehmung eben merkbarer Sinnesreize stets durch die Verhältnisse der betreffenden Sinnesorgane bedingt sind.

Die Stellungnahme zu unserem Ausgangsproblem ist damit erfolgt, die Ausnutzung dieser Schwankungen zum Beweis,

dass unser Bewusstsein selbst sich seinem Inhalt bald zuwendet, bald abwendet, ist selbstverständlich weiterhin unmöglich, nachdem bewiesen ist, dass die Schwankungen von den Muskeln der Sinnesorgane abhängen; und dennoch können wir noch nicht schliessen, ehe wir nicht einen kurzen Blick auf die Experimente geworfen, in denen Lange die eigentlich entscheidenden Beweise für seine Theorie sucht. Vorher noch ein Wort über die Abweichungen unserer Schwankungszahlen von denen, die Lange mitteilt. War die einzelne Periode für Dr. Thumb 6 bis 7 Sekunden, so bemessen sich jene auf 3 bis 4 Sekunden. Zunächst ist nun zu bemerken, dass Langes Anordnung, wie oben besprochen, ja überhaupt nicht die Registrierung einer fortlaufenden Schwankungsreihe ermöglichte, in gewissem Sinne die Zahlen also unvergleichbar sind. Zweitens mögen die Ringe seiner Scheibe vielleicht dünner gewesen sein als die unseren, so dass es vielleicht noch schwieriger war, den eben merklichen noch festzuhalten, die Ablenkung also noch früher eintrat. Die grosse Konstanz der Langeschen Zahlen spricht mir aber noch für ein anderes Motiv. 3 bis 4 Sekunden pflegt ja bei ruhigem Sitzen ein normaler nicht zu tiefer Atemzug zu dauern; bedenken wir, dass Lange nur die Intensitätsmaxima der Empfindung registrierte, solch ein Maximum der stärksten peripheren Spannung entsprechen muss und andererseits jede Inspiration, da nur sie durch aktive Muskelkraft entsteht, den Tonus aller Muskeln verstärkt, also die Spannungen steigert und anregt, während die passive Exspiration synchron den Tonus herabsetzt, so ist es klar, dass die Bedingungen günstig liegen, unwillkürlich die stärkste Spannung zur Zeit der Inspiration zu erzeugen. Die Schwankungen wären dann einfach in letzter Linie vom Atemrhythmus abhängig, obgleich natürlich die eigentliche Grundlage der Spannung und Entspannung einerseits der bekannte Reizkomplex, andererseits die Muskelermüdung ist; die Atmung übernimmt dann nur die zeitlich-rhythmische Regulierung. Da bekanntlich verschiedene Sinnes-

einwirkungen das Atemcentrum verschieden beeinflussen, so würde es dem auch entsprechen, dass die Schwankungen im Gebiet verschiedener Sinne bei Lange etwas verschiedene Werte ergaben. Ich erwähne dabei, dass die optischen Schwankungen für mich noch wieder andere Zahlen, zum Teil in der Mitte liegende zwischen denen von Lange und den hier mitgeteilten von Dr. Thumb ergaben, ebenso wie die Gehörsschwankungen, die Urbantschitsch bespricht, erheblich länger gedauert zu haben scheinen als die Langeschen.

Doch nicht diese Differenz der absoluten Zahlengrösse kann irgend einen entscheidenden Wert haben: dass ein Gehirn schneller ermüdet als das andere, ist eine ebenso plausible Annahme wie die, dass ein Akkommodationsmuskel schneller als der andere ermüdet. Lange kann sich dagegen auf seine Hauptexperimente stützen, die gleichzeitige Wahrnehmung schwacher Licht- und Schallreize, und zweitens die Beobachtung der Erinnerungsbilder. Besonders dem ersteren legt er entscheidende Bedeutung bei; die Thatsachen, die er berichtet, sind folgende. „Wollen wir gleichzeitig mit Aufmerksamkeit die schwachen Ticktack der Uhr, wie die Kreise der Helmholtzschen Scheibe beobachten, so werden, wenn die erwähnten Schwankungen eine peripherische Ursache haben, dieselben für verschiedene Sinneswerkzeuge unabhängig voneinander sein. Sie werden also ihrer verschiedenen Dauer wegen bald zusammenfallen, bald wieder auseinandergehen; und doch ergibt sich aus den Experimenten, dass dies nicht der Fall ist. Die beiden Arten der Schwankung fallen niemals zusammen; nachdem sie aber ihre Periode gewechselt haben, sind sie immer voneinander durch eine ganz bestimmte Zwischendauer abgesondert.“ Ich kann nun nicht zugeben, dass — vorausgesetzt, die Beobachtung sei richtig — hierin ein so entscheidender Beweis gegen die Verlegung der Schwankung ins Sinnesorgan enthalten ist. Man muss nur bei der Alternative, ob die Schwankungen centralen oder peripheren Ursprunges sind, den Gegensatz nicht übertreiben; von einer

peripher ausgelösten Empfindungsschwankung ganz ohne Mitwirkung des nervösen Centralapparates kann selbstverständlich gar nicht die Rede sein. So oft wir betonten, dass der Ermüdungsreiz zu einer Entspannung des Muskels oder zu stärkerer Spannung der Antagonisten führt, oder dass der Sinnesreiz zur Akkommodation und Fixation führt, so handelte es sich dabei ja immer um periphere Vorgänge, die zunächst Wirkung centraler Ursache sind; nur der Umstand, dass dieser central erregende Vorgang direkt von der Peripherie her ausgelöst ist, dass es also reine Reflexe sind, deren periphersensorische Reizung unmittelbar dem periphermotorischen Effekt vorangeht, erlaubt uns diese Prozesse als periphere den centralen gegenüberzustellen, obgleich wir früher schon betont, dass auch jeder sonstige centrale Vorgang in letzter Linie Nachwirkung peripherer Reize ist und andererseits selbstverständlich auch jene direkten Reflexe nicht ohne Mitwirkung des Centralapparates denkbar sind. Wer nun die somit unbestreitbare Mitwirkung des Gehirns für peripher ausgelöste Reflexspannungen anerkennt und trotzdem die geschilderten Vorgänge bei der Ringwahrnehmung als nichtcentrale zugesteht, der wird nun auch die Prozesse bei jener Doppelschwankung als periphere in Anspruch nehmen können, ohne damit bestreiten zu wollen, dass das Gehirn als Reflexvermittler dabei ebenfalls beteiligt sei. Dass die Doppelschwankungen nicht central sind im Langeschen Sinne, heisst somit zunächst nur, dass jede mitwirkende centrale Beeinflussung der Peripherie selbst direkt centripetal angeregt ist und dass der sensorische Endeffekt im wesentlichen durch Veränderungen in der Peripherie bedingt ist, so sehr dieselben auch natürlich vom Centrum her innerviert sind.

Ist die Alternative in dieser Weise gedacht, so scheinen mir nun in der That meine Wiederholungen der Langeschen Versuche für den peripheren Ursprung der Schwankungen zu sprechen. Auch hier hat Lange es versäumt, näheres über die inneren Wahrnehmungen während der angestellten Ex-

perimente mitzuteilen und gerade solche könnten der objektiv begründeten Deutung der gewonnenen Zahlen förderlich sein, während die sofortige Beschlagnahme der Zahlen für die von vornherein bevorzugte Theorie die unparteiische Würdigung erschwert. Eben deshalb glaubte ich mich für die theoretische Entscheidung nicht mit den Langeschen Versuchsergebnissen begnügen zu dürfen, und so habe ich in genau derselben Weise an mir selbst die Versuche wiederholt. Da ich mich aus den früher geschilderten Untersuchungen genügend davon überzeugt hatte, dass den absoluten Zeitgrössen solcher Schwankungen gar kein Wert beizulegen ist, so verzichtete ich hier völlig auf eigentliche Zeitmessung, reproduzierte vielmehr lediglich die Erlebnisse der Versuchsperson, d. h. ich fixierte die Scheibe, lauschte auf das Uhrticken und drückte einen Schlüsselhebel mit der linken Hand, sobald der Gesichtseindruck ein Maximum erreichte, und einen zweiten Schlüssel mit der rechten Hand, wenn das mit dem rechten Ohr gehörte Geräusch maximal wurde.

Die Schlüssel waren in gar keinen Strom eingeschaltet, da ich eben die Zeit gar nicht messen, sondern nur prüfen wollte, was man bei solcher aufmerksamen Wahrnehmung zweier disparater minimaler Sinnesreize innerlich empfindet, zumal wenn man gleichzeitig die beiderseitigen Empfindungsmaxima registriert. Ich habe nun Langes Beobachtung ihrem objektiven Effekt nach vollkommen bestätigen können, auch bei mir trafen zwei Maxima niemals zusammen und wenn ich auch keine Zahlen angeben kann, schien es mir doch auch, als wären die Schwankungshöhen beider Sinne stets durch gleiche Intervalle getrennt. Meine subjektive Wahrnehmung liess mir diesen Vorgang aber höchst einfach erscheinen, sobald er erst zu stande gekommen war; andererseits kann ich völlig zustimmen, wenn Lange sagt: „Die Versuche haben im Anfang für den Experimentator manche Schwierigkeiten und führen daher erst nach einer bedeutenden Uebung zu vollkommenen Ergebnissen“, und schon diese Thatsache macht

es mir fraglich, ob Langes Auffassung zutrifft. Meiner Beobachtung nach ist der Vorgang folgender:

Sobald ich auf den gerade vor mir befindlichen grauen Ring und auf den seitlich von mir entstehenden Schall der Uhr zusammen achte, habe ich ein Gefühl der Unruhe, als wollte ich mich bald dem einen, bald dem anderen zuwenden. Nach einiger Zeit scheint der eine Reiz schwächer, der andere scheint mir dadurch stärker; ich wende mich dem stärkeren nun ganz zu, registriere und fühle, wie mir der schwächere dabei ganz entschwindet. Dieses Verschwinden erinnert mich daran, dass ich auch jenen beobachten wollte, ich wende mich daher willkürlich von dem starken ab und dem entschwundenen zu, dieser wird dadurch merkbar, allmählich stärker, bis er so deutlich ist, dass ich den Schlüssel drücke, wobei nun der andere wieder verschwindet, und so geht es abwechselnd weiter. Nur das eine besagt mir noch die Selbstwahrnehmung, dass ich mich von dem Gesichtsreiz sehr viel schneller innerlich abwenden kann als vom Gehörsreiz; es entspricht dem, dass auch nach Lange die mittlere Zeit von optischem zu akustischem Maximum kleiner ist als vom akustischen zum optischen.

Der entsprechende psychophysische Vorgang dürfte somit folgendermassen an unserem sensorisch-motorischen Apparate ablaufen. Es wirken auf uns einerseits die von aussen her gegebene Anregung, Scheibe und Uhr zu beobachten und zweitens Scheibe und Uhr selbst. Die motorische Entladung dieses komplizierten Reizkomplexes ist naturgemäss keine einheitliche, sie wird vielmehr zwei ganz verschiedene motorische Anregungen enthalten, welche sich wechselseitig physiologisch hemmen. Die beiden Reflexeffekte sind sich nicht so entgegengesetzt, wie etwa gleichzeitiges Heben und Senken der Augen; sie heben sich daher auch nicht gegenseitig auf, aber sie schwächen sich und der geringste Anstoss wird dem einen das Uebergewicht verschaffen. Der eine motorische Effekt ist Anpassung des Auges an den Lichteindruck durch Fixie-

rung und Akkommodation, der andere ist Anpassung des Gehörorgans an den Schall. Zunächst würde keines das andere hemmen, aber beide sind nicht isoliert. Jeder Sinnesreiz löst kompliziertere Reflexe aus und wird ein Teil seiner motorischen Wirkung gehemmt, so wird der durch den motorischen Effekt sekundär hervorgerufene sensorische Eindruck beeinträchtigt werden. Solche motorische Reflexmithilfe zur Adaptierung des spezifischen Sinnesorganes bieten nun die Körpermuskeln, besonders die Kopfmuskeln, soweit sie dazu dienen, uns dem Sinnesreiz zuzuwenden. Der Schallreiz, wo er mit dem Vorstellungsreiz des Lauschenwollens vereinigt ist, regt nicht nur Spannung im Trommelfellspanner und Steigbügelmuskel aus, sondern ebenso ruft er zunächst reflektorisch diejenigen Muskelkontraktionen hervor, durch die der Kopf sich der Schallquelle zuwendet, die Augen den schallerzeugenden Gegenstand fixieren, womöglich die Hände nach dem Objekte fassen, die Füsse uns in die Richtung des Schalles tragen. Alle diese Innervationen, die bei uns für gewöhnlich nicht mehr zu wirklicher Bewegung führen, sie erhöhen die Spannung der bestimmten Muskeln, die Spannung verrät sich uns in Spannungsempfindungen, die Spannungsempfindungen sind die Grundlage unserer Raumanschauung und erst wenn die Schallwahrnehmung mit diesen Spannungsempfindungen verbunden ist, ist der Schall in unseren räumlich projizierten Bewusstseinsinhalt eingeordnet. Erst dadurch gewinnen wir wirklich die Vorstellung eines bestimmten schallaussendenden Punktes, und diese Vorstellung vermag in erhöhtem Masse die Spannung im spezifischen Sinnesorgan hervorzurufen, während die unlokalisierte Schallempfindung ohne Einordnung in eine Objektvorstellung und dadurch ohne Beziehung zu unserem sonstigen Bewusstseinsinhalt bleibt, so dass sie auch durch diesen, bei irgendwelcher entgegenstehenden Hemmung, nicht diejenige associative Unterstützung erfährt, die notwendig ist, um die zweckmässigen motorischen Effekte hervorzurufen.

Genau dasselbe gilt natürlich von der Gesichtsempfindung,

und es ist klar, dass wenn Licht- und Schallreiz zusammenwirken, alle jene sekundären Bewegungen sich wechselseitig verstärken werden, wenn sie beide von einem einzigen räumlichen Punkt ausgehen, dagegen sich hemmen werden, wenn sie, wie in unserem Falle, von verschiedenen Stellen im Raum herkommen. So resultiert durch die sich hemmende Innervation zunächst das Gefühl der Unruhe. Langsam tritt nun, in einem Organ früher als im andern, die uns bekannte periphere Ermüdung ein, der sinnliche Reiz muss dadurch objektiv schwächer werden. Nehmen wir beispielsweise an, der Akkommodationsmuskel des Auges sei ermüdet, so wird die Akkommodation dem peripheren Ermüdungsreiz folgend allmählich ungenau, der Ring muss dadurch langsam undeutlicher werden. Hierdurch hat nun der Schallreiz das Uebergewicht, da er noch an Stärke nichts eingebüsst; die von dem Schallreiz angeregten sekundären Innervationen müssen daher jetzt die Hemmung der Lichtreizinnervationen überwinden und die entsprechenden Kontraktionen treten ein; wir empfinden die vollzogene Spannung, der Schallreiz gewinnt dadurch schärfere Lokalisation, es ist uns, als wenden wir uns ihm zu, und die immer deutlicher werdende Vorstellung ruft einerseits verstärkende Spannung im Sinnesorgan, andererseits erneute Innervation zur Hinwendung des Kopfes und der Augen hervor. Jetzt registrieren wir bei maximaler Empfindung; die Registrierbewegung gibt noch den letzten Anstoss zu immer stärkerer Zuwendung und eben darüber geht der Gesichtsreiz durch Ablenkung von der Fixierstellung, durch Schwächung der Akkommodation, durch völlige Unterdrückung der sekundären Bewegung gänzlich verloren.

Jetzt geht ein doppeltes in uns vor. Die maximal gespannten Gehörmuskeln beginnen zu ermüden und andererseits erweckt dies völlige Verschwinden des Ringes zusammen mit dem Gefühl, uns vom Ringe ganz abgewandt zu haben, die Vorstellung, dass wir der an uns gestellten Forderung,

den Ring zu fixieren, nicht mehr entsprechen. Fast plötzlich taucht dieselbe in dem Moment auf, wo wir das völlige Verschwinden bemerken, und diese Vorstellung ist es, welche jetzt, zumal da durch die Ermüdung der Muskeln die Schallempfindung schwächer geworden, die sekundäre motorische Innervation für den Schallreiz hemmt und mit erneuter Stärke alle diejenigen Muskeln spannt, deren Spannungsempfindung die räumliche Einordnung der Lichtempfindung ermöglicht. Wir fühlen, wie wir uns von dem Schallreiz ab- und dem Lichtreiz zuwenden, obgleich sich eben nichts verändert, als gewisse Kopfspannungen und die entsprechenden Spannungsempfindungen. Diese Spannungsgefühle wirken nun verstärkend auf die Vorstellung des Fixierenwollens; die daraus resultierende Spannung der Augenmuskeln nimmt dadurch zu und die Folge ist, dass mit der genauen Einstellung der Fixation und Akkommodation auch der Ring uns wiederkehrt. Wir halten ihn fest, während der Schall immer schwächer wird; der Lichtreiz wird maximal, wir registrieren, wenden uns ihm ganz zu, hemmen dadurch in wachsendem Masse die sekundären Innervationen des Schalles, bis dieser nun völlig verschwindet, und das Spiel von neuem beginnt. Dass diese Schwankungsperioden nicht genau mit denen übereinstimmen, die bei der Beobachtung eines einzelnen Reizes vorkamen, versteht sich von selbst, denn wenn nur ein Reiz wirkt, so können die sekundären Innervationen der Kopfmuskeln u. s. w. während der Schwankung in den Sinnesorganen völlig ungehindert fortbestehen, während bei zwei disparaten Reizen gerade diese begleitenden Innervationen sich hemmen, sich zu überwinden suchen und dadurch dem einen Sinn zu völligem Uebergewicht verhelfen, sobald die Spannung im Sinnesorgan des anderen nur ein wenig durch Ermüdung im Nachteil ist. Diese begleitenden notwendig abwechselnden motorischen Entladungen antagonistischer Muskeln greifen somit in den einfachen Prozess der Sinnesermüdung rhythmisch regulierend ein, aber deshalb bleibt es

doch, cum grano salis, zu Recht bestehen, dass auch diese abwechselnden Schwankungen der Sinnesempfindungen peripher und nicht central bedingt sind.

Das alles, was ich hier über dieses Experiment gesagt, liest sich natürlich länger als wie der ganze Vorgang dauert, aber ohne möglichst genaue Analyse des innerlich Erlebten kommen wir nun einmal nicht aus. Die blossen Zahlen nützen uns gar nichts und wenn aus Zahlen, wie den Langeschen, ein zwingender Beweis für die centrale Natur der Schwankungen geschaffen wird, ohne dass die subjektiven Begleiterscheinungen analysiert werden, so führen die Zahlen geradezu in die Irre.

Nicht besser schliesslich steht es mit den Erinnerungsbildern. Lange berichtet von den Schwankungen der Erinnerungsbilder, welche dann entstanden, wenn er die auch als Wahrnehmungen benützten minimalen Reize sich ins Gedächtnis zurückrief. Ich muss nun zunächst konstatieren, dass eine zur Schwankungsbeobachtung hinreichend lange Reproduktion minimaler Reize doch nicht ganz so leicht ist und wie sich bei uns — ich wiederholte es an mehreren Personen — stets herausstellte, nur nach langer wirklicher Beobachtung so schwacher Reize in zureichender Weise zu stande kam. War erst einmal das Ticktack oder der graue Ring mit den rhythmischen Schwankungen hinreichend lange beobachtet, so stellten sich allerdings ungefähr dieselben Schwankungen im Erinnerungsbild ein. Nun machte ich aber an Dr. Thumb sowohl als auch an mir folgenden einfachen Hilfsversuch:

In einer kleinen hängenden Wagschale enthält die rechte Schale 30 gr mehr als die linke. Die rechte Hand der Versuchsperson ist so gelagert, dass jene stärker beschwerte Schale auf dem Handrücken aufliegt. Nun wird in bestimmten Intervallen für je eine halbe Sekunde 10 gr mittelst Vorrichtungen, die jede Erschütterung ausschliessen, in die linke Wagschale gelegt, so dass das Gewicht der rechten Schale

dadurch etwas erleichtert wird. Die Versuchsperson hat mit geschlossenen Augen anzugeben, sobald sie dieses Leichterwerden wahrnimmt. Wurde diese Gewichtsveränderung fünf- bis sechsmal in ziemlich gleichmässigen Intervallen von 3 bis 4 Sekunden ausgeführt, so zeigt sich, dass dieses periodische Gefühl der Erleichterung noch drei-, vier-, fünfmal wiederkehrt, wenn objektiv schon mit der Gewichtsveränderung längst aufgehört war. Wurde beispielsweise sechsmal das Gewicht in Intervallen von 3 Sekunden in die Wagschale gebracht, so glaubte ich die Erleichterung zehnmal ganz deutlich zu spüren. Wie dieses Gefühl im Einzelfall zu stande kommt, ist leicht ersichtlich, wenn man einfach ein Gewicht von vielleicht 50 gr auf der flachen Hand trägt und dabei etwas tief atmet. Jede Inspiration führt zu Muskelentspannungen in den Armen und Händen; jedes Spannungswachstum in den das Gewicht haltenden Händen lässt das Gewicht scheinbar sich heben und dadurch leichter erscheinen, während bei jeder mit der Exspiration verbundenen Entspannung das Gewicht sich zu senken und dadurch schwerer zu werden scheint. Offenbar wird umgekehrt das Leichterwerden der Wagschale bei dem gleichbleibenden Muskeltonus eine kleine unwillkürliche Hebung der Hand hervorrufen und so oft diese Hebung wiederkehrt, entsteht die Vorstellung, dass die Wagschale leichter wird. Der Versuch würde somit lehren, dass eine reflektorisch in periodischen Intervallen hervorgerufene objektive Muskelinnervation sich in ähnlichen Intervallen noch eine Zeitlang unwillkürlich erneuert. Dasselbe besagt der bekannte Versuch, dass wir durch willkürliche rhythmische Accentuation, d. h. durch periodische Respirationsverstärkung mittelst allgemeiner Muskelspannung den gleichmässigen Pendelschlag einer Uhr in beliebigem Rhythmus hören können; haben wir das aber erreicht und hören die Schläge etwa im Dreivierteltakt, so dauert unwillkürlich diese Accentuation eine Weile fort und lange noch erscheint jeder dritte Schlag verstärkt, bis es allmählich in

die gewohnte Verstärkung jedes zweiten Pendelschlages übergeht.

Nun haben wir erstens nachgewiesen, dass die Schwankungen der minimalen Sinnesempfindungen auf Spannungsschwankungen peripherer Muskeln beruhen; wir sehen jetzt zweitens, dass in bestimmten Intervallen längere Zeit reflektorisch ausgelöste periphere Muskelspannungen sich in dem eingeübten Rhythmus zu wiederholen pflegen; und wir wissen drittens, dass jede Erinnerungsvorstellung — Lange hat selbst vorzügliche Beiträge zu dieser Kenntnis herbeigebracht — motorische Elemente enthält, welche den Spannungen bei der sinnlichen Wahrnehmung entsprechen. Gerade bei diesen Erinnerungsbildern minimaler Reize werden wir diesen motorischen Faktor nicht unterschätzen dürfen; je schwächer das qualitative Element des Sinnesreizes, desto deutlicher muss die Spannungsempfindung sein, vermöge derer dies Erinnerungsbild seine Beziehung auf den Raum erhält, widrigenfalls die Sinnesempfindung unräumlich, unbestimmt, verschwommen erscheinen muss und vom übrigen Bewusstseinsinhalt verdrängt werden wird. Aus diesen Voraussetzungen ergibt sich unabweisbar folgender Schluss. Ein Erinnerungsbild einer wirklich minimalen Empfindung kommt überhaupt nur dann zu stande, wenn die begleitende Spannungsempfindung lebhaft genug ist, um eine feste Raumeinordnung der reproduzierten Empfindung zu ermöglichen. Um diese Spannungsempfindung hervorzurufen, vollziehen wir die Spannung, die wir vorher auf den äusseren Reiz verwandten; hat die Wahrnehmung aber vorher in periodischen Intervallen eine Entspannung hervorgerufen, so wiederholt sich diese Spannungsveränderung eine Zeitlang in demselben eingeübten Rhythmus. Jedes Aufhören der Spannung lässt das Erinnerungsbild verschwimmen und schliesslich verschwinden; die wiederkehrende Spannungsempfindung ruft dagegen wieder associativ die Sinnesempfindung hervor und beide verstärken sich wechselseitig. Auch das Schwanken der Erinnerungs-

bilder ist also durchaus nicht in dem Sinne central, als handle es sich um Ermüdung im nervösen Centralorgan; es ist selbstverständlich ein centraler Vorgang, da jede Erinnerung wie jede Empfindung central ist; die letzten Bedingungen der Schwankung gehören aber auch hier der Peripherie an.

Das alles soll nicht etwa heissen, dass es eine centrale Ermüdung und Erholung nicht gibt. Im Gegenteil, tausend Beispiele dieser Art sind bekannt; in einer geistreichen Untersuchung von Axel Oehrn und Kräpelin sind solche Schwankungen neuerdings auch gemessen worden, aber stets handelt es sich hier um grössere Zeiten. Oehrn mass die in bestimmten Zeiteinheiten ausgeführten psychischen Leistungen wie Buchstabenzählen und ähnliches. „Die dabei beobachteten Schwankungen sind Ermüdungserscheinungen; das geht daraus hervor, dass sie vorzugsweise in der zweiten Hälfte der Uebungskurve, in der Nähe der Maximalleistung auftraten, dass sie ferner in dem absteigenden Schenkel der Kurve, wo der Einfluss der Ermüdung der überwiegende ist, bedeutend grösser und zahlreicher sind als im aufsteigenden. Durch die Ermüdung wird die Aufmerksamkeitsspannung herabgesetzt, die Folge davon ist eine Verlangsamung der psychischen Vorgänge. Sobald diese Verlangsamung der Versuchsperson zum Bewusstsein kommt, sucht sie durch eine aktive Anstrengung das frühere Niveau der Leistungsfähigkeit zu erreichen[1].“ Dass also unser Centralorgan zuweilen weniger erregbar ist als zu anderen Zeiten, Ermüdung und Erholung für das Gehirn eine wesentliche Rolle spielen, das zu bestreiten ist unmöglich; niemand aber wird es einfallen, diese gewohnte Erscheinung metaphysisch zu verwerten und daraus ein Schwanken des transcendentalen Bewusstseins zu machen. Ganz anders verhält es sich, wie die Erfahrung zeigt, mit jenen nur sekundenlangen Schwankungen

---

[1]) Axel Oehrn, Exp. Stud. zur Individualpsychologie. 1889. S. 54.

minimaler Empfindungen; wenn die Schwankungen wirklich so überaus regelmässig und wirklich nicht peripher bedingt wären, so ist es ja zu naheliegend, in diesen Erscheinungen eine Stütze derjenigen psychologischen Theorie zu erblicken, welche dem Bewusstsein selbst alle möglichen Funktionen beilegt und dem Bewusstsein selbst die Fähigkeit zuschreibt, sich dem Bewusstseinsinhalt zu- oder von ihm abzuwenden. Die transcendentale Apperception ist es dann selber, die alle paar Sekunden ins Schwanken gerät und die appercipierte Empfindung bald festhält, bald loslässt; wenn sie das aber vermag, so lassen sich dadurch natürlich am einfachsten überhaupt alle periodischen psychischen Veränderungen erklären und die wichtigsten Vorgänge werden damit vom physiologisch bedingten und somit psychophysisch verständlichen Bewusstseinsinhalt in das psychophysisch unerklärbare Bewusstsein verlegt. Die Psychophysik sieht ihre prinzipiellen Voraussetzungen durch solche Konsequenzen negiert und hat daher alles Interesse zu prüfen, ob die Thatsachen wirklich solche Folgerungen nötig machen. Aus dieser Ueberzeugung entstanden die geschilderten Versuche, die uns bewiesen, dass die Schwankungen erstens durchaus nicht so regelmässig sind, vielmehr unter gewissen Bedingungen grösser oder kleiner oder unregelmässig wurden und unter bestimmten Verhältnissen gar nicht eintreten, dass sie vor allem aber zweitens durchweg peripheren Ursprungs sind. Wäre letzteres nicht, so wäre natürlich noch nicht gesagt, dass sie in das grosse unbekannte Land der transcendentalen Apperception zu verweisen sind; es wäre vielmehr erst zu prüfen, ob sie nicht trotzdem aus dem psychophysisch bedingten Bewusstseinsinhalt, nicht von dem Bewusstseinsträger herstammen und vielleicht somit durch Associationen und Hemmungen im Centralapparat bedingt sind. Da aber der periphere Ursprung nunmehr bewiesen ist, so bedarf es gar nicht solcher Erwägungen und Entscheidungen, die ja doch mehr oder weniger auf Hypothesen und vorgefasste Theorien sich stützen müssten

und somit stets anfechtbar blieben; wir können jetzt vielmehr ohne jede Hypothese behaupten, dass der apperceptive Ursprung jener Schwankungen einfach unmöglich ist, weil es sich lediglich um Wirkungen veränderlicher peripherer Apparate handelt. Die für die Metaphysik so vielversprechenden „Schwankungen der Aufmerksamkeit“ sind somit nicht das, wofür sie sich eine Zeitlang ausgeben durften; sie stehen unserem Bewusstsein nicht näher, als die Empfindungsschwankungen, die wir beim Atmen in unserem Brustkorb fühlen; jene widerlegen ebensowenig wie diese die Grundvoraussetzung der Psychophysik, dass alle psychischen Vorgänge auf Veränderungen des körperlich bedingten Bewusstseinsinhaltes beruhen, nicht auf Veränderung des Bewusstseins.

Augenmass.

I.

Die ältesten, aus theoretischem Interesse unternommenen Augenmassversuche stammen von Ernst Heinrich Weber. Er zeichnete auf verschiedene Blätter Papier je eine schwarze Linie in der Länge von 100, 100,5, 101 u. s. w. bis 105 mm und liess die Beobachter zwischen der Linie von 100 mm und einer der grösseren jedesmal entscheiden, welche länger sei. Es stellte sich heraus, dass eine seiner Versuchspersonen mit besonders scharfen Augen schon 101 mm jedesmal richtig als länger erkannte, während die meisten erst 104 oder 105 mm mit Sicherheit als grösser anzugeben vermochten [1]).

Die Bedeutung dieser Untersuchung ist gering, da sie sich ja mit dem eben erkennbaren Unterschied von nur einer einzigen Grösse beschäftigt, von einer Gesetzmässigkeit dieser eben merklichen Differenz bei Variation der Vergleichsgrössen hier also noch gar nicht die Rede ist. Dennoch war, wenn auch mit dem Hinweis auf die nur individuelle Gültigkeit des Resultats, zum erstenmal hier das Grössenverhältnis zweier eben unterscheidbarer Lineardistanzen numerisch festgestellt und damit die Anregung zu weiteren Versuchen in der Folgezeit gegeben. Da nun gerade damals in den fünfziger und sechziger Jahren durch Webers Untersuchungen auf anderen Sinnesgebieten die Aufmerksamkeit auf das Verhältnis zwischen

---

[1]) E. H. Weber, Programmata collecta. S. 142.

wachsendem Reiz und ansteigender Empfindung gelenkt war, so warf man zunächst direkt die Frage auf, ob auch beim Augenmass der eben merkliche Unterschied an eine konstante Relation zwischen Normalgrösse und Vergleichsgrösse gebunden sei, eine Frage, die offenbar nicht so nahe gelegen hätte, wenn man nicht ohne weiteres die Distanzgrössen auf eine Stufe gestellt hätte mit solchen Objekten, deren Reize eine Empfindung von bestimmter Intensität hervorriefen. Man verdeckte den logischen Fehler dadurch, dass man den Wortbezeichnungen ähnliches Gepräge gab; hatte man beim Drucksinn, von welchem Webers Untersuchungen ausgingen, den intensiven Reiz mit der intensiven Empfindung verglichen, so sprach man beim Augenmass von der Beziehung extensiver Reize zu extensiven Empfindungen [1]), ohne näher zu untersuchen, wie die Vorstellung von einer extensiven Grösse zu einer extensiven Vorstellung oder gar zu einer extensiven Grösse werden kann. Die Richtung der Experimente musste also die sein, zu einer Reihe von Lineardistanzen durch möglichst zahlreiche Versuche die Mittelwerte derjenigen Grössen zu finden, die von den gegebenen eben merklich zu unterscheiden waren.

Die Anstellung der Experimente führte nun aber sofort zu der Einsicht, dass das Webersche Verfahren methodologisch unzulänglich sei, insofern es zahlreiche Fehlerquellen offen lässt. Man erkannte, dass es nicht gleichgültig sei, ob die zu vergleichende Linie rechts von der gegebenen liegt oder links, ob beide horizontal oder vertikal sind, ob Punktdistanzen oder Linien, glatte Linien oder unterbrochene vorliegen, ob ein Auge oder beide benutzt werden, ob Uebung oder Ermüdung im Spiel, ob die Augen bewegt oder fixiert sind, ob der eben merkliche Unterschied nach der einen oder der anderen psychophysischen Methode gesucht werde und

[1]) Volkmann, Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik. 1863. S. 117.

vieles andere. Alle diese Fehlerursachen mussten eliminiert oder ihre Wirkungen durch Variation der Bedingungen ausgeglichen werden; aber während sich so die Methode zur Untersuchung des eben merklichen Unterschiedes vervollkommnete, bot sich eben durch diese Erwägungen eine Fülle von neuen Fragen und Problemen dar, die nicht weniger der experimentellen Prüfung wert schienen. Jetzt galt es, von der Unterschiedsempfindlichkeit ganz abzusehen und gesondert zu untersuchen, welchen Einfluss die Raumlage, die Stellung, die Begrenzung und die Ausfüllung der Distanzen auf die Gleichschätzung hat, welche Bedeutung der Augenbewegung, dem Zeitintervall u. s. w. zukommt.

Setzen wir den eben merklichen Unterschied gleich dem eben verkennbaren Unterschiede, so ist es klar, dass wenn in einer grossen Zahl von Fällen zwei Linien unter den nämlichen Bedingungen gleich gemacht werden sollen, der Fehler nun jedesmal aus zwei Faktoren besteht, erstens dem immer nach derselben Richtung wirkenden Fehler, der durch die vorher genannten Bedingungen wie Raumlage, Ausfüllung u. a. veranlasst wird — Fechner nannte ihn den konstanten Fehler — und zweitens aus dem in vielen Versuchen sich ausgleichenden Fehler des eben verkennbaren Unterschiedes, der bald positiv, bald negativ sein wird — Fechner nannte ihn den reinen variablen. Wir müssen die Untersuchungen über den konstanten Fehler von denen über den variablen natürlich grundsätzlich trennen, wenn wir die bisherigen Ergebnisse in Kürze zusammenfassen.

Leider ist es nun allerdings auch nach der oft versäumten Trennung beider Gebiete kaum angänglich, die gleichsinnigen Versuche der verschiedenen Forscher miteinander zu vergleichen, da ihre Methoden zu weit auseinander liegen. So hatten, ähnlich wie Weber, auch Hegelmaier[1]), sowie Cho-

[1]) Hegelmaier, Das Gedächtnis für Linearanschauungen. Vierordts Arch. f. physiol. Heilkunde. Bd. 11. S. 844 ff.

din[1]) Tinten- oder Bleifederstriche zur Untersuchung benutzt, jener bei einer Augenentfernung von 350 mm, dieser bei 640 mm. Kundt[2]) dagegen verwertete schwarze Schieber auf horizontaler Stange mit einer Einrichtung, durch welche nur die Spitzenpunkte der Schieber auf weissem Papierhintergrund sichtbar waren; die Entfernung betrug 338 mm. Aehnlich gebrauchte Fechner[3]) nur die Stahlspitzen zweier sonst verdeckter Zirkel in einer Distanz von 320 mm. Volkmann[4]) und sein Schüler Solger experimentierten mit drei Fäden, die durch Gewichte senkrecht an horizontaler Leiste hingen und bald 800, bald 300 mm vom Auge entfernt waren; senkrechte Linien gewann auch Aubert[5]), indem er weisse Spaltlinien in schwarzem Grunde in verschiedenen Entfernungen beobachtete. Alle diese Verschiedenheiten sind aber in der Berechnung um so weniger zu eliminieren, als z. B. Fechner die Vermutung ausspricht, dass wahrscheinlich die flächenhaften Distanzen zwischen vertikalen Parallelfäden sich leichter schätzen lassen als die linearen Distanzen zwischen Punkten, während Messer[6]) auf Grund seiner Versuche mit dem Stangenzirkel, von dem bald nur die Spitzen, bald die ganzen Stangen benutzt wurden, gerade das Umgekehrte behauptet.

Nicht weniger wechseln die angewandten Methoden in Wesen und Wert; ja die scharfe Kritik, die im letzten Jahrzehnt von verschiedenen Seiten an die psychophysischen Methoden angelegt wurde, hatte ihren Tadel mit Recht gerade auf die Methode der Augenmassversuche exemplifizieren können. Freilich haben nur Weber und Hegelmaier nach der, zu jener

---

[1]) Chodin, Ist das Weber-Fechnersche Gesetz auf das Augenmass anwendbar? Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 23. S. 92 ff.

[2]) Kundt, Untersuchungen über Augenmass und optische Täuschungen. Poggendorffs Annalen der Physik. Bd. 120. S. 118 ff.

[3]) Fechner, Elemente der Psychophysik. Bd. I. S. 215. Bd. II. S. 317.

[4]) Volkmann, a. a. O. S. 117.

[5]) Aubert, Physiologie der Netzhaut. S. 263.

[6]) Messer, Vergleichen von Distanzen nach dem Augenmass. In Poggendorffs Annalen der Physik. Bd. 157. S. 172.

Zeit mathematisch noch nicht völlig ausgebildeten Methode der richtigen und falschen Fälle gearbeitet und nur Chodin hat die Methode der übermerklichen Unterschiede zur Kontrolle herangezogen; alle anderen benutzten die Methode der mittleren Fehler, wobei ich allerdings nur die Versuche im Auge habe, die sich mit Grössen über 1 mm befassen, und die mikrometrischen Experimente Volkmanns u. a. auch im folgenden unberücksichtigt lasse.

Die Methode der mittleren Fehler ist nun aber auch sehr mannigfaltig. Wenn schon der Müllersche Einwand zu beachten ist, dass bei der Bemühung, zwei Grössen gleich zu machen, die Fehlergrössen sich näher um den Nullpunkt herumlagern werden als die eben unmerklichen Unterschiede, so ist es doch ganz unbestreitbar, dass die Methode völlig in die Irre führt, wenn der Unterschiedsschwellenwert durch die direkte Feststellung des eben untermerklichen Unterschiedes aufgesucht wird und dabei, wie bei Volkmann, ausser acht gelassen wird, dass gleichmässig bald von merkbar grösseren, bald von kleineren Distanzen ausgegangen werden muss. Wird einseitig nur vom grösseren Werte rückwärts gegangen, so kann ja selbstverständlich die mittlere Schwankung, also der reine variable Fehler, nur den Mittelwert der Abweichungen von der oberen Unterschiedsgrenze angeben, während der gesuchte Unterschiedsschwellenwert die Bedeutung eines konstanten Fehlers erhielte.

Andere Variationen der Methode ergaben sich dadurch, dass bald zwischen rechter und linker Lage abgewechselt, bald die Resultate für jede einzeln berechnet wurden, dass z. B. Hegelmaier mit fixierten Augen, Aubert mit einem Auge experimentierten, andere binokular aber nur mit Augenbewegungen, während Chodins Versuchsbeschreibung es wahrscheinlich erscheinen lässt, dass er auch Kopfbewegungen nicht ausschloss.

Auch der Umstand, dass die einen zwischen den verglichenen Linien ein Intervall liessen, während die anderen

sich zwei Distanzen durch drei Punkte begrenzten, bringt ein Moment in die Untersuchung, dessen Einfluss nicht zu unterschätzen. Es ist etwas ganz anderes, zwei getrennte Linien auf ihre Gleichheit prüfen, als eine gegebene Linie zu halbieren; der letztere Akt wird so wesentlich von der Vorstellung der ganzen Linie beeinflusst, dass die Differenz der betreffenden Resultate leicht verständlich wird. Und wenn Kundt gar seinen Versuchen über das monokulare Schätzen die Bemerkung beifügt, dass, obgleich beide Beobachter bald mit dem rechten, bald mit dem linken Auge experimentiert, der eine nur mit dem rechten, der andere nur mit dem linken zu sehen gewohnt sei, so führt er doch selbst die entsprechenden Versuche auf recht unansehnlichen Wert zurück. Unter Berücksichtigung aller dieser Bedingungsvariationen, wobei natürlich ausserdem die etwaigen von Uebung oder Ermüdung herrührenden Fehler unkontrollierbar sind, ist eine Einheitlichkeit des Resultates kaum zu erwarten, und die Notwendigkeit einer erneuten Prüfung sämtlicher Fragen bei einheitlicher Methode nicht erst zu begründen.

Die Resultate selbst gestalten sich folgendermassen. Zunächst stelle ich den konstanten Fehler zusammen, wobei ich durchweg die Grösse auf Millimeter, die Bruchzahlen in Prozenten umgerechnet angebe. Grösste Uebereinstimmung herrscht in zwei Punkten: erstens wird, wenn eine in mehrere Abschnitte zerlegte Distanz mit einer ungeteilten verglichen wird, die erstere überschätzt, die letztere also bei der Einstellung zu gross gemacht; zweitens wird, wenn eine vertikale einer horizontalen gleich gemacht werden soll, die vertikale überschätzt, also zu klein gezeichnet. Die erste dieser zwei Beobachtungen ist eingehend geprüft, zumal sie zum Ausgangspunkt weitgehender und viel diskutierter theoretischer Betrachtungen wurde. So machte Kundt die in drei ungleiche Teile gegliederte Linie um 2,7 % kleiner als die ungeteilte, Aubert fand einen Unterschied von 10 % und Messer bei Linienschätzung 5,3 %, bei Punktschätzung 2,2 %. Das Verhältnis in der Schätzung vertikaler

Linien gegenüber horizontalen stellt sich bei Helmholtz [1]), welcher Quadrate zu zeichnen versuchte, so, dass die vertikale um 1,7 bis 3,3 % zu klein gemacht wurde, während Wundt [2]), der mit Kreuzzeichnungen experimentierte, Maximalfehler von 20 % konstatierte.

Konstante Fehler durch monokulares Sehen fand Kundt; das linke Auge soll die links liegende Grösse um 0,7 % zu klein schätzen, das rechte Auge ebenso die rechte Seite um 0,3 % unterschätzen. Auberts Versuche lassen ebenfalls auf eine konstante Ueberschätzung der dem benutzten Auge abgewendeten Grösse schliessen; er machte mit dem rechten Auge die rechte Seite durchschnittlich 0,5 % zu gross.

Als konstanten Fehler für die successive Vergleichung mit wechselnden Zeitintervallen fand Hegelmaier, dass wenn von zwei verschiedenen Distanzen nach 3 Sekunden in 77 % der Fälle die grössere richtig für grösser erkannt wurde, dasselbe nach 15 Sekunden nur noch in 64 %, nach 30 Sekunden in 49 %, nach 60 Sekunden in 45 % der Fälle stattfand.

Für den variablen Fehler, d. h. den Unterschiedsschwellenwert, dessen reciproker Wert als Mass der Unterschiedsempfindlichkeit gelten soll, gibt Wundt an, dass die Unterschiedsempfindlichkeit für Punktdistanzen geringer ist als für Linien, und Hegelmaier bemerkt, dass horizontale Linien genauer mit einander verglichen werden als vertikale, was Chodin bestätigt. Wo zahlenmässige Prüfungen des Unterschiedsschwellenwertes stattfanden, waren sie stets auf die Untersuchung der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes gerichtet. Das Resultat ist, dass Fechner und Volkmann in der That das psychophysische Grundgesetz in hohem Masse bestätigt finden, während Chodin, der seine ganze Untersuchung lediglich diesem Punkte widmet, die Gültigkeit desselben absolut bestreitet. Fechners Fehler ist zunächst 1,6 %, später

---

[1]) Helmholtz, Physiologische Optik. S. 543.

[2]) Wundt, Vorlesungen über Menschen- und Tierseele. Bd. I. S. 255.

0,8 %; Volkmanns durchschnittlich 1,0 %, und es ist nicht zu leugnen, dass in den Grenzen von 10 bis 240 mm diese Werte in den betreffenden Reihen so hohe Konstanz besitzen, dass sie als Musterbeispiele für das Webersche Gesetz gelten können. Chodins Versuche sind nun an Zahl und Variation der Bedingungen den älteren weit überlegen, während sein Verfahren, Bleifederstriche herzustellen, entschieden mehr Einwände herausfordert als Volkmanns Verschiebung vertikaler Fäden. Ganz besonders zu bedauern bleibt aber, dass Chodin die zu prüfenden Lineargrössen so auswählt, dass sie eine geometrische Reihe bilden. Zwischen seinem ersten und zweiten Distanzobjekt ist eine Verschiedenheit von 2,5 mm, zwischen dem sechsten und siebenten eine von 80 mm, dadurch sind Chodins Versuche wohl für die Prüfung des Weberschen Gesetzes legitimiert, aber sie berechtigen absolut nicht zur Konstruierung von anderen Fehlergesetzen, wie Chodin sie aufstellt. Dazu wäre unbedingt eine arithmetische Reihe mit kleinen Intervallen nötig gewesen; eine unregelmässige Kurve aus Ordinaten bei so sehr verschiedenen Abscissen zu berechnen, geht ohne Willkür nicht an. Danach bestimmt sich der Wert der Chodinschen Sätze, dass die Unterschiedsempfindlichkeit sowohl bei vertikalen wie bei horizontalen Distanzen von 2,5 bis 160 mm in der Mitte am grössten ist und nach beiden Seiten hin abnimmt, dass das Schätzungsvermögen bei vertikalen Grössen nach der Seite der kleineren Distanzen hin früher vermindert wird als bei horizontalen, dass bei successiver Schätzung mit sehr kleinem Zeitintervall die Unterschiedsempfindlichkeit mit dem Wachsen der Grösse kontinuierlich ansteigt und nur bei grossen Distanzen das Umgekehrte eintritt.

Chodins gesonderte Berechnung des variablen Fehlers für rechte und linke Lage ist natürlich ganz überflüssig, da die Raumlage ja nur einen konstanten Fehler erzeugen kann, nicht aber auf die Unterschiedsempfindlichkeit von Einfluss ist; das gesetzlose Schwanken der Zahlen bestätigt das.

Geradezu als Fehlerquelle ist es aber zu bezeichnen, dass Chodin schon mit Distanzen von 2,5 mm beginnt, ohne dass er irgend eine mikrometrische Messung vornimmt, sich vielmehr auf die Schätzung der Millimeterbruchteile verlässt; so hinreichend dieses Verfahren für zehntel Millimeter ist, so willkürlich ist es für hundertstel. Wenn diese aber nicht gemessen werden, so sind Grössenangaben wie $^1/_{39}$, $^1/_{50}$ u. s. w. von 2,5 mm als mittlere Fehler ganz wertlos. Da nun aber die gegebenen Grössen durch ihr geometrisches Verhältnis (2,5, 5, 10, 20, 40, 80, 160 mm) in der ersten Hälfte so klein sind, dass die erhaltenen Fehler, wenn nicht hundertstel Millimeter gemessen werden können, recht illusorisch sind, so resultiert daraus noch mehr die Unzuverlässigkeit der gezogenen Schlüsse. Dass die auf diese Weise zu stande gekommenen Zahlenreihen von Chodin dem Weberschen Gesetz nicht entsprechen, ist allerdings wahr; die Frage nach der Gültigkeit des Gesetzes im Gebiete des Augenmasses durch jene Arbeit aber für erledigt zu erklären, ist unmöglich.

Das Endresultat ist also, dass die Untersuchung der konstanten Fehler bisher völlig unzureichend war, vor allem die verschiedenen Bedingungen derselben nirgends nach einheitlicher Methode untersucht worden sind, und dass die Frage vom Verhältnis des variablen Fehlers zum Weberschen Gesetze noch nicht zureichend beantwortet ist.

Die an jene älteren Untersuchungen anschliessende Aufgabe ist somit gegeben. Es gilt, einen Apparat herzustellen, der möglichst alle Fehlerquellen ausschliesst und jede denkbare Variation der Bedingungen zulässt; an diesem muss der konstante und der variable Fehler getrennt und in möglichst grosser Anzahl von Versuchen festgestellt werden.

Die Untersuchung, mit der ich zur Lösung dieser Aufgabe beitragen wollte, legte mir den Gedanken nahe, auch die Genauigkeit unseres Augenmasses mit der Genauigkeit unseres Tastmasses zu vergleichen, gesehene Distanzen mit

der Hand nachzubilden, betastete Distanzen mit gesehenen zu vergleichen u. s. w. Inzwischen hat Jastrow [1]) diese mir sekundäre Frage in einer geistreichen experimentellen Spezialuntersuchung zum Ausgangspunkt genommen; er hat die Distanzschätzung des Auges, der Finger und des Armes in erschöpfender Weise miteinander verglichen. Ich lasse meine diesbezüglichen Versuchsergebnisse daher in folgendem unberücksichtigt, zumal sie ja von vornherein nur in loser Beziehung zu dem eigentlichen Thema standen. Die Versuche, die ich nun darzustellen habe, beziehen sich also sämtlich auf die charakterisierten reinen Augenmassprobleme.

Auf den ersten Blick muss es nun scheinen, als wenn die vielen Spezialfragen, in welche sich die ursprüngliche Grundfrage verästelt hat, nur in ihrem gemeinsamen Ursprung zusammenhängen, jede somit gesondertes Interesse in Anspruch nimmt und es sich mehr um ein Bündel einzelner Untersuchungen als um die experimentelle Prüfung eines einheitlichen Gedankens handelt. Und doch kann ich nicht leugnen, dass, so wichtig es mir auch erscheinen mag, jene Spezialfrage präziser zu beantworten und dadurch zur detaillierten Beschreibung unserer Bewusstseinsvorgänge ein paar nicht gleichgültige Einzelheiten beizutragen, dennoch mir wesentlicher und wichtiger dabei die Klärung prinzipieller Verhältnisse war und auch diese ganze Untersuchung sich in den allgemeinen Plan einordnete, der meinen experimentellen Arbeiten zu Grunde lag. Die Stellung der vorliegenden, scheinbar in nebensächlichen Einzelheiten sich prinziplos verlaufenden Untersuchung ist mit wenigen Worten erleuchtet.

Die Hauptaufgabe, die meine experimentellen Arbeiten sich gestellt, ist der Kampf gegen die transcendentale Apperception oder richtiger der Kampf für die Beschränkung der transcendentalen apperceptiven Funktionen auf den einen

---

[1]) Jastrow, The perception of space by disparate seuses. Mind. Bd. 11. S. 539 ff.

Vorgang des Bewusstseins und der Kampf gegen jene Sucht der Apperception, sich auch die Veränderungen in dem Bewusstseinsinhalt als eigene Leistung anzurechnen. Diese Stellungnahme war ja nicht Zufall, sondern Ergebnis der Erwägung, dass nur dann, wenn der Apperceptionsbegriff auf das Bewusstwerden eingeschränkt wird, alle Veränderungen aber nicht auf Klarheitsgrade und Thätigkeiten der Apperception, sondern auf physiologisch bedingte Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes bezogen werden, nur dann eine konsequente in sich widerspruchslose Verbindung unserer psychischen und physischen Erfahrungen möglich sei, denn jeden Versuch, die transcendentale Apperception selbst auf ein physiologisches Substrat zu beziehen, erkannten wir als unmöglich. Nun ist eine Funktion der Apperception ganz besonders auffällig, die Fähigkeit, zwei verschiedene Bewusstseinsinhalte mit einander zu vergleichen. Zwei Schallempfindungen, zwei Objektsvorstellungen, zwei Raumbilder mögen physiologisch bedingte Inhalte unseres Bewusstseins sein, aber die Vergleichung zweier solcher Inhalte kann unmöglich selbst wieder Bewusstseinsinhalt genannt werden; es soll das vielmehr eine Leistung des Bewusstseins darstellen und es ist missverständlich, für eine solche ein physiologisches Substrat zu suchen. Ich halte diese Auffassung nun für so unvereinbar mit konsequenter Psychophysik, dass ich nach einem Wege suchte, das fragliche Problem aus der Transcendenz, in der es thatsächlich bisher sich umherbewegte, in den Kreis der physiologischen Psychologie zu ziehen.

Nun glaubte ich zu sehen, dass die Thatsachen wirklich solchen Weg vorzeichnen, ja geradezu dazu nötigen, diese scheinbare Bearbeitung des Bewusstseinsinhaltes selbst als Bewusstseinsinhalt aufzufassen, und in einer Studie über die Grundlagen der Psychophysik werde ich versuchen, die Auffassung selbst sowie die zwingenden experimentellen Gründe eingehend darzustellen. Nur das kann ich schon vorwegnehmen, dass psychophysisch eine wirkliche Vergleichung mir

nur dann erklärbar erscheint, wenn Empfindungsintensitäten zur Abschätzung kommen. Wie zwei Schallstärken, zwei Lichtstärken, zwei Muskelspannungsstärken verglichen werden, kann ich verstehen, wie dagegen zwei Raumgrössen verglichen werden können, ist mir zunächst unerklärlich. Ganz anders wäre es, wenn auch in die Raumanschauung eine, mit wachsendem Raum an Intensität zunehmende Empfindung als Faktor einginge; dann würde jener Faktor in seinen Stärkeverhältnissen ebenfalls vergleichbar werden wie zwei Lichtstärken oder zwei Taststärken. Wenn das von irgend einem Bestandteil der Gesichtsraumwahrnehmung gelten soll, so kann es sich offenbar nur um die Empfindungen der Augenmuskelbewegungen handeln; wäre unsere räumliche Grössenschätzung wirklich ausnahmslos abhängig von den Empfindungen unserer Augenmuskeln, so wäre damit ein in seiner Intensität abgestuftes Element gegeben, das einer konsequenten psychophysischen Auffassung der sogenannten apperceptiven Vergleichungsfunktion hinreichenden Anhaltspunkt bieten würde.

So bot sich mir die Frage, ob den Augenbewegungen in der That eine so wesentliche Aufgabe zukommt, eine Frage, die nicht spekulativ, sondern nur experimentell beantwortet werden kann. In diesem Sinne sind die folgenden Experimente gedacht; der Grundgedanke der Versuchsanordnung war lediglich das Bemühen, festzustellen, ob die Grössenschätzung vermittelst des Auges so durchaus von den Augenbewegungen in jeder Beziehung abhängig ist, wie es jede Theorie fordert, welche alle Beziehungsurteile auf Vergleichung von Empfindungsintensitäten zurückführt. Meine Aufgabe musste also die sein, die räumliche Grössenschätzung experimentell möglichst solchen Bedingungen zu unterwerfen, welche verändernd auf die Augenbewegungen einwirken und zu prüfen, ob Aenderungen der Schätzung dem entsprechen. Es versteht sich dabei von selbst, dass ich die so entstandenen

Versuche gleichzeitig nebenbei zur Beantwortung aller der Fragen herbeizog, welche sonst zu Augenmassprüfungen geführt und welche, wie wir sahen, in wirklich befriedigender Weise noch nicht entschieden sind. Besonders, ob das Webersche Gesetz gültig sei, musste sich ja mühelos nebenbei entscheiden lassen.

Stand somit im Mittelpunkt der Untersuchung das Problem, welche Bedeutung den Augenbewegungen zukommt, so müssen wir uns doch wenigstens kurz einigen, in welchem Sinne von solchem Einfluss die Rede sein kann. Andererseits ist zweifellos im Rahmen einer Augenmassstudie kein Platz für eine vollständige Erörterung aller der Momente, welche für oder gegen die massgebende Mitwirkung der Bewegungsempfindungen bei der Bildung der Gesichtsvorstellungen sprechen. Die Gegensätze der nativistischen und genetischen Theorie würden da nach den verschiedensten Richtungen zu verfolgen sein und doch hätte ich im wesentlichen nur zu wiederholen, was Wundt in klassischer Weise erschöpfend dargestellt hat; seine Erörterung über die Bildung der Gesichtsvorstellungen lässt in der That die Bedeutung der Bewegungsempfindungen überall hell hervortreten und jeder wird Wundts Darlegungen die Ueberzeugung entnehmen, dass die nativistische Theorie, welche den Einfluss der Bewegungen vollkommen unterschätzt, die hypothetischen Voraussetzungen mit der Erweiterung der experimentellen Untersuchungen immer mehr komplizieren muss und dass sie, um mit der Erfahrung übereinzustimmen, so viele Erfahrungsmotive anerkennen muss, dass vom reinen Nativismus wenig nur übrig bleibt. Ja, wir dürfen uns darüber nicht täuschen, dass der Nativismus streng genommen überhaupt nichts erklärt, sondern die Grunderscheinungen lediglich benennt und als unerklärliche Thatsachen auffasst. Hat nun die nativistische Theorie von Grund aus unrecht, so ist der Schluss notwendig, dass sie auch für den speziellen Fall, die Erklärung des Augenmasses, unzutreffend ist; dennoch liegt eine

direkte Betrachtung der einschlägigen Thatsachen uns näher als der Deduktionsschluss aus einer Behauptung, die hier zu beweisen nicht der Ort ist.

Wir müssen uns nur vergegenwärtigen, was diejenige Auffassung, welche die Bildung der räumlichen Grössenvorstellung von den Augenbewegungen unabhängig denkt, überhaupt zu leisten vermag. Sie schreibt jedem Gesichtseindruck ausser einem Farbeneindruck auch noch einen zweiten Wert zu, welcher uns die räumliche Lage des Lichtpunktes angibt. Dieser zweite Wert ist für jeden Raumpunkt ein anderer und ist in seiner eigentümlichen Färbung mit nichts anderem vergleichbar, kurz er ist eine Empfindungsqualität. Wo aber führt nun, wenn nicht auf dem Boden der genetischen Theorie, ein Weg von den Lokalqualitäten der Empfindung zur Grössenschätzung? Der Nativismus kann uns wohl verständlich machen, dass ein grünes Licht an einer Stelle gesehen irgendwie anders erscheint als an einer anderen Stelle; sowie aber das Auge zwischen einem grünen, einem roten und einem gelben Licht niemals andere Beziehungen aufstellen kann, als die Thatsache des gegebenen Unterschiedes zu konstatieren, so kann es die verschiedenen Raumqualitäten der Lichte auch nur eben als Qualitätsverschiedenheiten anerkennen. Beziehungen zwischen ihnen aufzustellen, bleibt unmöglich, solange sie sich nicht mit anderen Empfindungskomplexen verbinden, die, dadurch dass sie miteinander vergleichbar sind, die Vorstellung eines Kontinuums entstehen lassen, in welches die Raumqualitäten sich einordnen können.

Die Verwirrung kommt offenbar daher, dass wir bei der Reflexion stets mit der fertigen Raumvorstellung an die Erscheinungen herantreten und uns nun nicht vorstellen können, wie sich die Verschiedenheit der Raumlage in der Empfindungsfärbung anders äussern kann als eben in der Beziehung auf verschiedene Raumpunkte. Auch die Sprache kann den Unterschied nur mangelhaft präzisieren; sie erweckt unwillkürlich die Vorstellung, dass ein Lokalzeichen für das

Bewusstsein auch schon einen lokalen Charakter, eine Beziehung auf den Raum habe, während sie doch nur sagen will, dass die objektive lokale Verschiedenheit subjektive Empfindungsvarietäten hervorruft, von denen das Bewusstsein nichts anderes weiss, als dass sie eben verschieden sind, verschieden wie süss und salzig und sauer.

So ist es denn auch ganz unbegründet, wenn die Nativisten ihren Gegnern neuerdings unterschieben, dass die empirische Auffassung zu der Annahme führt, das Auge sehe ursprünglich nur ein Farbenchaos oder gar alle Farben des Gesichtsfeldes in einem Punkte zusammen, als wenn eine Unordnung im Raum oder gar eine Konzentrierung in einen Punkt nicht ebenso schon die Raumvorstellung voraussetzt. Nein, die genetische Ansicht kann sehr wohl davon ausgehen, dass jedes Objekt eine besondere Wirkung auf das Bewusstsein ausübt; die Vorstellungen lagern sich aber nicht nebeneinander wie die Dinge oder wie die Bilder der Netzhaut, und so können die räumlich gesonderten Dinge eine Fülle von Vorstellungen für das Bewusstsein auslösen, ohne eine Raumvorstellung zu erzeugen, so wie die mannigfaltigsten Gemeinempfindungen und Stimmungen das Bewusstsein füllen können, ohne dass ein Urteil über räumliche Beziehung derselben für uns irgendwelchen Sinn hätte.

Ein nur mit Lokalzeichen ausgerüstetes Auge würde einen gelben Meterstab links und einen grünen Meterstab rechts für zwei absolut unvergleichbare Dinge halten; jeder Punkt des einen hat eine andere Farbenqualität als der des andern, und ebenso hat jeder Punkt des rechten eine andere Lokalqualität als die Punkte des linken; ein Urteil darüber, dass beiden auch etwas gemeinsam ist, die Länge, wäre absolut unmöglich. Es liegen ja nur qualitativ verschiedene, also unvergleichbare Empfindungen vor; es fehlt das gemeinsame, in seinen Abstufungen vergleichbare Moment, das wir in der Bewegung suchen.

Da hat man denn zu weiteren Hypothesen gegriffen,

man nahm vor allem an, unser Bewusstsein hätte eine Empfindung von der Zahl der gereizten Netzhautpunkte. Ich lasse auch hier wieder den leicht zu führenden experimentalen Nachweis beiseite, dass die Grössenschätzung durchaus nicht der Zahl der gereizten Netzhautpunkte entspricht, gleich grosse Netzhautbilder vielmehr in der an Empfindungspunkten reichen Mitte durchaus nicht die Vorstellung eines grösseren Objektes auslösen, als in dem an Zapfen und Stäbchen ärmeren Seitenteil, dass vielmehr das Gegenteil zutrifft. Nur auf den theoretischen Irrtum sei wieder hingewiesen, der in der Vergleichung intensiver und extensiver Veränderung besteht. Wenn ein perzipiertes Objekt an Extensität wächst, so kann, da doch die Vorstellung selbst keine Extensität besitzt, das Bewusstsein doch wieder nichts anderes wahrnehmen, als dass sich an den Dingen irgend etwas ändert; eine neue Nuancierung muss eintreten, die als neue Qualitätsgruppe wieder eine Reihe unvergleichbarer Werte schafft. Diese durch die Zahl der Empfindungspunkte geschaffene Nuancierung auf Grössenabstufung zu beziehen, kann doch erst dann beginnen, wenn eine Raumvorstellung schon vorhanden ist, nicht aber umgekehrt, ebenso wie in der Empfindung eines ausgedehnten Hautreizes nicht der geringste Anlass zu einem Grössenurtheil liegt; die Zahl der gereizten Stellen verändert lediglich die Nuance des Schmerzes, solange nicht Erfahrungsmotive sich mit der Berührungsempfindung verbinden. Das darf nicht verwechselt werden mit der Unterscheidung benachbarter Reizpunkte. Hier wird die Entfernung der isoliert reizbaren Punkte in Haut und Retina allein massgebend sein; nur aus der Einrichtung des Organs lässt sich also erklären, ob wir zwei Punkte als einen oder als zwei verschiedene Empfindungen durch Auge oder Haut wahrnehmen. Dass aber, wenn wir sie als zwei Empfindungen perzipieren, wir die Differenz der Objekte als eine räumliche auffassen, ihren Unterschied als ein Etwas wahrnehmen, das nichts mit den Dingen zu thun hat, sondern vom Wechsel der Dinge unbe-

rührt bleibt und nur ein Teil des Raumganzen ist, das in allen seinen Teilen kongruent ist, das können wir nie aus den Einrichtungen der Haut oder Retina ableiten.

Theoretisch völlig unmöglich ist nun gar die Hypothese, dass nicht die Zahl der gereizten Netzhautpunkte uns das Grössenurteil vermittelt, sondern unsere Grössenschätzung parallel geht mit der Länge der die greizten Netzhautpunkte verbindenden Sehne. Die Hypothese entstand, um die Ueberschätzung einer punktierten Linie gegenüber einer unausgefüllten Punktdistanz zu erklären; die zahlreichen Bildpunkte der ersteren seien auf der Retina durch kleine Sehnen verbunden, deren Summe natürlich grösser ist als die Sehne zwischen den äussersten Endpunkten. Abgesehen nun davon, dass die Berechnung durchaus nicht immer mit der Theorie übereinstimmt, ist es doch klar, dass selbst bei genauester Uebereinstimmung damit noch nichts erklärt wäre. Es wäre damit nur erwiesen, dass zwischen der objektiven Grösse und der Sehne ihres Netzhautbildes regelmässig ein mathematisches Verhältnis vorläge, welches in den beim Sehen mitwirkenden psychophysischen Prozessen ebenfalls als Beziehungsverhältnis zweier Faktoren wiederkehrt, denn die Sehnenlänge selbst kann unmöglich unser Urteil beeinflussen. Selbst wenn wir die gesamte Raumvorstellung als gegeben betrachten wollten, könnten wir nie verstehen, wie die im Auge gedachten geometrischen Hilfslinien der Sehnen die abzuschätzenden Grössenurteile bedingen sollen, während wir nichts von ihnen erfahren. Natürlich wissen wir von unserer Retina auch nichts, aber jeder Punkt derselben steht in Beziehung mit unserem Bewusstsein, die Sehne in meinem Auge dagegen ist nur eine gedachte Linie, die ohne jede Relation zu meinem Sensorium bleibt.

Selbstverständlich rechnet nun auch die genetische Theorie mit dem Gegebensein von Empfindungen; diese Grundthatsache selbst noch wieder zu erklären, kann die Psychologie unmöglich als ihre Aufgabe anerkennen. Desto mehr aber wird

sie das Erklärungsbedürfnis befriedigen, je mehr die in der Analyse erhaltenen und zur Synthese benützten letzten Einzelthatsachen des Bewusstseins einfacher Art sind und nicht so kompliziert und zusammenhangslos wie die Lokalzeichen. Eine Diskussion der genetischen Raumvorstellungstheorie würde die Erörterung mannigfaltiger Probleme verlangen; wir beschränken uns auch hier wieder auf die Frage, in welcher Weise sie die Augenmasserscheinungen verständlich macht.

Ihr betreffender Grundgedanke dürfte nun einfach dahin zusammenzufassen sein. Unsere Grössenschätzung beruht auf Vergleichung der Intensitäten unserer Augenmuskelbewegungsempfindungen, die beim Durchmessen der Distanz entstehen und mit den Lichtempfindungen verschmelzen; für das indirekte Sehen löst jeder Netzhautpunkt central die Reproduktion derjenigen Bewegungsempfindung aus, welche entstände, wenn das Auge vom seitlichen Sehen in Fixationsstellung für den betreffenden Lichtpunkt übergeführt würde; hier wird die Intensität der in der Erinnerung reproduzierten Empfindung zum Schätzungsmassstab für den seitlichen Abstand des Punktes.

In dieser Form hat die Theorie das den genetischen Anschauungen so gefährliche Hin- und Herschwanken zwischen Bewegungsempfindung und Innervationsgefühl aufgehoben und vollkommen die in der Einleitung entwickelte Auffassung anerkannt, derzufolge das Innervationsgefühl nichts anderes ist als das Erinnerungsbild von der Empfindung des Bewegungsvollzuges. Ist auf die Reizung eines bestimmten Netzhautpunktes häufig eine bestimmte Bewegung gefolgt, so muss sich ja die entsprechende Bewegungsempfindung so eng mit der Lichtempfindung central associieren, dass diese stets auch jene hervorruft, gleichviel ob die Bewegung wirklich folgt oder ob sie durch Hemmung oder antagonistische Reizung unterbleibt. Erfolgt die Bewegung, so wird ihr antizipiertes Erinnerungsbild im Bewusstsein durch die folgende

direkte Bewegungswahrnehmung verdrängt; erfolgt sie nicht, so tritt das Erinnerungsbild allein auf und nur der Umstand, dass es dem Bewegungsvollzug so häufig vorangeht, verleitet uns, in demselben das psychische Korrelat des Bewegungsanstosses, der motorischen Innervation zu suchen.

Will man dieser Auffassung entgegenhalten, dass die Grössenschätzung zur Funktion eines unbewussten psychischen Vorgangs gemacht wird, so verwechselt man das Unbewusste mit dem, von dessen gesonderter Existenz wir nichts wissen. Von unbewussten psychischen Zuständen zu sprechen, hat die Psychophysik in der That kein Recht; eine Empfindung, die nicht Bewusstseinsinhalt ist, existiert nicht. Dagegen lässt sich nirgends das Vorhandensein und der Einfluss solcher Bewusstseinsinhalte bestreiten, welche in ihrer Verbindung mit anderen Inhalten von uns nicht mit denjenigen Eindrücken, die sie isoliert hervorufen, identifiziert werden. Eine Bewegungsempfindung kann sehr wohl bewusst sein, d. h. nicht unbewusst sein, und kann uns doch durch ihre Verbindung mit Lichtempfindungen nicht als solche bewusst werden, d. h. nicht unmittelbar identifiziert werden mit der Empfindung, welche wir dann haben, wenn wir mit geschlossenen Lidern Augenbewegungen willkürlich zur Ausführung bringen. Jeder mannigfaltige Empfindungskomplex enthält Elemente, die zwar vollkommen bewusst sind, deren wir uns aber nicht als solcher bewusst sind; wir können deshalb, weil wir sie nicht wie bei ihrem isolierten Auftreten auf ihre objektive Ursache beziehen, durchaus nicht folgern, dass sie deshalb im Bewusstsein wirkungslos bleiben und die Beurteilung des betreffenden Komplexes nicht zu beeinflussen vermögen. In der That werden wir uns der Augenbewegungsempfindung als solcher eigentlich nur dann bewusst, wenn wir eine Strecke möglichst genau abzuschätzen versuchen. Nach früher entwickelten Prinzipien muss, je exakter eine Bewegung ausgeführt werden soll, desto kräftiger die Kontraktion der antagonistischen Muskeln sein, so dass derselbe Bewegungseffekt aus der Kon-

traktionsdifferenz der Antagonisten einmal so resultiert, das ein Muskel schlaff und der andere schwach kontrahiert ist, ein andermal so, dass einer maximal, der andere fast maximal kontrahiert ist. Je genauer die Distanzschätzung, je stärker die Fixierung der Grenzpunkte, desto näher steht das Kontraktionsverhältnis der zweiten Art und desto deutlicher tritt dann auch die Kontraktionsempfindung als solche hervor.

Andererseits täuschen wir uns sehr leicht über das Vorhandensein der Raumvorstellung. Weil wir in jedem Moment mit jedem gesehenen Objekt eine Raumbeziehung verbinden können, so nehmen wir unwillkürlich an, dass eine solche Raumvorstellung für jeden Punkt uns auch wirklich in jedem Moment gegenwärtig sei. Dem ist aber nicht so. Der Laie will ja meist auch nicht glauben, dass die seitlichen Dinge von ihm farblos gesehen werden; er wird sich des Farbenmangels im seitlichen Gesichtsfeld nie bewusst. So nehmen wir auch meist die Dinge ohne feste Beziehung auf einen Raumpunkt wahr und erst sobald wir darauf achten, von welcher Stelle der Reiz kommt, tritt die Raumempfindung hinzu, d. h. die Bewegungsempfindung verbindet sich dann mit der Lichtempfindung.

Nur eines scheint bei alledem unerklärlich, weshalb auf eine bestimmte seitliche Netzhautreizung immer eine bestimmte Bewegung folgen soll. In der That muss das gefordert werden, denn nur in dem Fall, dass jedem Reizpunkt eine bestimmte Bewegung entspricht, kann eine bestimmte Bewegungsempfindung sich mit der Erregung des einzelnen Punktes associieren. Gerade dieses Verhältnis tritt uns nun aber sofort nicht bloss als wirklich vorhanden, sondern auch als relativ verständlich und notwendig entgegen, sobald wir uns vergegenwärtigen, welche biologische Bedeutung in der organischen Entwicklung der kontraktilen Substanz, speziell dem Muskelapparat des Auges zukommt. Die moderne Lehre von der phylogenetischen Körperentwicklung findet ja ihren festesten Anhalte-

punkt in der Thatsache, dass die Organfunktionen der Erhaltung ihres Trägers nützlich sind. Sie weiss sehr wohl, dass die Erklärung eines bestimmten Organs aus dem Nutzen, den es gewährt, noch durchaus keinen vollständigen Kausalzusammenhang darbietet, aber die Zusammenhangsrekonstruktion ist wenigstens insofern befriedigend, als sie nur solche Faktoren verwertet, welche, wie die Vererbung, zwar nur in geringem Masse mechanisch verständlich, dafür aber ausnahmslos empirisch feststellbar sind, oder welche, wie die natürliche Selektion, zwar nur in geringem Masse empirisch feststellbar, aber ausnahmslos kausal verständlich sind. Soweit wir von Erklärung also sprechen können, werden wir sie dann gewinnen, wenn wir den biologischen Nutzen der Einrichtung für das Individuum aufsuchen.

Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die kontraktilen Gewebe des Tieres, so ergibt sich sofort, dass dieselben nur dann für den Träger Nutzen haben, wenn ihr Effekt, die Verschiebung der Körperteile, in einer für den Organismus wertvollen Weise stattfindet; für die Gliederbewegung tritt dieser Fall offenbar dann ein, wenn sie die Körperteile in zweckmässiger Weise sich den äusseren Objekten nähern und entfernen lässt. Zu diesem Zwecke müssen die Objekte wahrgenommen werden; Muskelbewegungen, welche sich nicht nach äusseren Objekten richten, sind wertlos und schädlich. Damit ist schon gesagt, dass die biologische Betrachtung nicht den motorischen Apparat für sich allein berücksichtigen darf, sondern stets nur in Beziehung zum sensorischen Mechanismus; der Reflexbogen, der im Sinnesepithel beginnt und durch sensible Nerven, Centralorgan und motorische Nerven zum Muskel führt, das ist der wirklich nützliche und durch seinen Nutzen biologisch erklärbare Apparat, der sich nur in dem Sinne ausbilden konnte, dass er die Wahrnehmung nützlicher Reize mit Näherungsbewegung, die Wahrnehmung schädlicher Reize mit Entfernungsbewegungen beantwortete.

Unter diesem Gesichtspunkt wird derjenige Reflexbogen

ganz besonders wertvoll sein, der zweckmässige Bewegungen auf solche Reize hin auslöst, welche die Körperoberfläche nicht direkt berühren, sondern nur Aetherschwingungen zu ihr senden, weil durch ihn vornehmlich der Körper die Fähigkeit gewinnt, Bewegungen in zweckmässiger Beziehung zu den Gegenständen der weiteren Umgebung auszuführen. Dieser Apparat verlangt aber Hilfsapparate. Sobald irgend eine Stelle der durch Licht erregbaren Oberfläche vor anderen sich dadurch auszeichnet, dass die räumlich gesonderten Lichtpunkte an ihr auch gesonderte Erregungen hervorrufen, während an den anderen Stellen die Erregungen, die von benachbarten Lichtpunkten ausgehen, sich wechselseitig beeinträchtigen, so wird es offenbar im Dienst des Individuums eine eminent nützliche Leistung sein, wenn ein nervöser Reflexbogen bei jeder Reizung der mangelhaft sondernden Pigmentstellen eine solche Bewegung hervorruft, durch welche der Reiz auf die schärfer sondernde Epithelstelle übergeführt wird. Mit besonderer Berücksichtigung des entwickelten Auges müssen wir also sagen: wenn die den äusseren Dingen nützlich angepassten Körperbewegungen reflektorisch von den Gesichtsreizen ausgelöst werden, diese Gesichtsreize aber nur in der Centralstelle der Netzhaut sich genügend differenzieren, um passende Bewegungen hervorzurufen, während an den Seitenteilen der Netzhaut die Eindrücke so ungesondert sind, dass der Reiz noch keine angepassten Gliederbewegungen hervorzurufen vermag, so wird es ein eminent wertvoller Reflexbogen sein, der den seitlichen Netzhautreiz zur Ursache einer solchen Augenmuskelkontraktion macht, durch welche der Reiz auf die Stelle der zahlreichsten reizbaren Punkte, der feinsten Reizsonderung übergeführt wird. Bei dieser Betrachtung ist lediglich von physischen Erscheinungen und gar nicht von psychischen die Rede gewesen, von gesonderten Erregungen und nicht vom deutlichen Sehen, denn in der That kann alle Selektion und natürliche Entwicklung sich direkt nur auf das physiologische Substrat und seine Be-

wegungsvorgänge beziehen. Insofern diese Vorgänge nun aber von Bewusstseinsinhalten begleitet sind, können wir denselben Thatbestand auch psychophysisch veranschaulichen. Derjenige Reflexbogen, so werden wir schliessen, wird dem Organismus nützlich sein, welcher jeden Reiz, der eine auf undeutliches Sehen beschränkte Netzhautstelle trifft, in eine Muskelbewegung umsetzt, durch welche der Augapfel so gerollt wird, dass derselbe Reiz jetzt die Stelle deutlichsten Sehens erregt.

Wir können zufügen: ein solcher Reflexbogen ist nicht nur nützlich, sondern unentbehrlich. Das Tier nähert sich seiner Beute oder entflieht vor dem Feinde, sobald es von beiden einen genügend deutlichen Gesichtseindruck gewinnt, um sie zu unterscheiden. Taucht seitlich ein Gesichtsreiz auf, so weiss das Tier noch nicht, ob das Objekt ihm nützlich oder schädlich, weil der Eindruck verschwommen ist; löst dieser Eindruck nun reflektorisch solche Bewegung aus, durch welche das Objekt in den Blickpunkt kommt, so wird die zweckmässige Näherung oder Entfernung möglich werden. Setzen wir dagegen den Fall, der Reiz würde eine entgegengesetzte Augenbewegung hervorrufen, so dass das seitlich gesehene Objekt noch seitlicher rückt, schliesslich verschwindet, so würde das Tier seine Beute entschlüpfen lassen und dem Feinde preisgegeben sein, kurz es hätte in allen Lebenslagen die denkbar ungünstigsten Chancen, so dass sein Reflexapparat nicht die geringste Aussicht auf Entwicklung hätte. Dem entspricht auch völlig, dass, wie Exner nachgewiesen, die seitlichen Netzhautteile, so mangelhaft auch ihre Begrenzung der Gesichtseindrücke ist, dennoch die schärfste Wahrnehmung für Bewegungen der Objekte haben; die seitlich gesehene Bewegung erscheint viel grösser und deutlicher, als wenn sie mit der Mitte der Netzhaut wahrgenommen wird. Andererseits liegt hier ein Fall vor, wo der Mechanismus durchaus nicht zu kompliziert ist, um durch Selektion erklärt zu werden, denn es liegt durchaus nicht so, dass jeder Netzhautpunkt von

vornherein mit einem genau bemessenen Bewegungsimpuls verknüpft ist, welcher den Blickpunkt gerade auf den Reiz hinführt, sondern der reflektorisch ausgelöste Impuls gibt zunächst nur allgemein die Richtung; erst dadurch, dass bei der Bewegungsausführung der Reizpunkt sich verschiebt, immer näher ans Centrum rückt, dabei einen neuen Impuls auslöst und in dem Moment, wo er fixiert wird, der Impuls aufhört, nur dadurch wird genau die richtige Stelle getroffen und so durch lange individuelle Uebung die Funktion des Reflexbogens vervollkommnet. Und selbst dieser individuell entwickelte Apparat arbeitet nur annähernd genau, wie die nicht unbeträchtlichen Augenmassfehler beweisen.

Dass dieser Impuls nicht zu wirklicher Bewegung führt, wenn gleich starke antagonistische Impulse entgegenwirken, dass also das Auge ruht, wenn auf beiden Seiten vom Fixationspunkt sich die seitlichen Lichtreize nahezu gleichmässig verteilen, versteht sich von selbst; eine wirkliche Bewegung kommt also nur dann zu stande, wenn der seitliche Lichtreiz auf einer Stelle besonders stark, besonders hell, besonders anziehend ist. Am Kinde beobachtet man auch sehr bequem, wie es die Augen zur hellen Seite dreht, sobald eine Hälfte seines Gesichtsfeldes beschattet wird. Dass bei dem entwickelten Menschen, für welchen durch zahllose wirklich ausgeführte Augenbewegungen mit der Reizung jeden Netzhautpunktes sich schon die bestimmte Bewegungsempfindung verbunden hat, thatsächlich nicht so sehr die objektive Stärke des seitlichen Lichteindruckes für das Zustandekommen der Bewegung entscheidet, als vielmehr das an den Lichteindruck central associierte Interesse, welches alle anderen Bewegungsimpulse hemmt und dem Reflex des interessierenden, vielleicht ganz schwachen Lichtreizes zur Ausführung verhilft, das ist aus den bekannten Gesetzen der Hemmung und Reizzusammenwirkung leicht verständlich. Wenn ich mein Auge einem schwachen seitlichen Reiz, vielleicht aus wissenschaftlichem Interesse absichtlich zuwende, so ist die Bewegung zwar auch

ein Reflex, aber ausgelöst ist er eben nicht von dem schwachen Lichtreiz, sondern von dem Lichtreiz plus jener unendlichen Summe von Schall- und Gesichtseindrücken, die ich aus Reden und Büchern empfangen und die in mir den Wunsch angeregt, gerade den betreffenden schwachen Lichtreiz zu fixieren und alle übrigen Fixierreize zu unterdrücken. Andererseits wandert bekanntlich auch beim entwickelten Menschen, wenn er das Auge nicht willkürlich fixiert, die Blicklinie von einem Punkt fortwährend zum anderen, die räumliche Wahrnehmung somit stetig neu anregend, ohne sie auf die Erinnerungsbilder allein zu verweisen.

Die Theorie, derzufolge wir zwei Distanzen ursprünglich durch Ausmessen der Strecke mittels Augenbewegung vergleichen oder bei fixiertem Auge die Intensität der associativ reproduzierten Bewegungsempfindung zum Massstab des Grössenabstandes benutzen, sie wird natürlich ihre Folgerungen in die verschiedensten Gebiete erstrecken. Sie wird übergreifen in die Betrachtung des dreidimensionablen Sehens, zu dem die flächenhafte Projektion des bisher berücksichtigten Vorganges erst dann führt, wenn Akkommodationsempfindungen und Empfindungen von der Verschiedenheit der Bewegungen an den beiden Augen hinzutreten. Sie wird sich damit beschäftigen, wie die Reflexbewegung um so energischer sein wird, je stärker der erregende Lichtreiz ist, eine Thatsache, durch welche nicht nur die Irradiation erklärt wird, sondern auch der Umstand, dass derselbe Raum grösser erscheint, wenn er hell, kleiner wenn er dunkel gefärbt ist. Uns beschäftigt die genetische Gesichtsvorstellungstheorie nur in Rücksicht auf die Grössenschätzung von qualitativ indifferent begrenzten Distanzen in der Fläche; gerade für diese Frage sahen wir die bisher gewonnenen empirischen Resultate so unzuverlässig und unvergleichbar, dass sie nach keiner Richtung klare Antwort erteilen konnten und dennoch liegt es auf der Hand, dass gerade die Untersuchung des Augenmasses darüber muss Aufschluss erteilen können, ob wirklich den Be-

wegungsempfindungen massgebender Einfluss bei der Bildung des Gesichtsraumes zukommt.

Hier also musste der Hebel angesetzt werden. Eine Konsequenz wird die Theorie vor allem fordern müssen. Sie wird aus ihren Voraussetzungen nämlich schliessen, dass alles, was die Muskelbewegungen erschwert, als Vergrösserung der durchmessenen Distanz aufgefasst wird, und jede Erleichterung der Bewegung, d. h. jede Verminderung in der Intensität der Bewegungsempfindung sich als Unterschätzung des Objektes geltend machen muss. Wird also unsere Augenmassprüfung auch, um die Kontinuität der Problementwicklung zu wahren, die Untersuchung so aufnehmen, wie sie von den bisherigen Beobachtern angeregt ist und alle strittigen Fragen über den konstanten Fehler wie den variablen zu beantworten versuchen; so wird sie doch, insofern sie sich allgemeinerem Plane einordnet, und ihr eigenes Ziel in der Prüfung der gekennzeichneten Theorie sucht, welche die „extensive“ Empfindung auf Intensitäten der Augenbewegungsempfindung zurückführt, notwendig das vor allem im Auge behalten, ob denn wirklich jede Erschwerung oder Erleichterung, überhaupt jede Veränderung in den Augenbewegungen das Grössenurteil beeinflusst.

II.

Meine experimentellen Untersuchungen, die ich mit den vorliegenden 20 000 Versuchen noch nicht für beendet, aber doch zu einem vorläufigen Abschluss gebracht zu haben glaube, und die mich anderthalb Jahre hindurch beschäftigten, wurden an einem einfachen Apparat ausgeführt, dessen Prinzip folgendes war. Auf einer dunklen, zur primär gestellten Blicklinie senkrechten Fläche sollten unter jeder möglichen Variation der Bedingungen helle Punkte und Linien sich in jeder Lage einstellen und verschieben lassen und dennoch im Blickfeld völlig isoliert bleiben, so

dass die bewegenden Hände und Hilfsmittel nicht gesehen würden. Unter Punkten, die ich absichtlich nicht zu klein wählte, damit sie auch bei indirektem Sehen deutlich blieben, verstehe ich im folgenden durchweg Flächen von genau 1 qmm mit einem für die Messung benutzten Nadelstichpünktchen in ihrer Mitte; unter Linien verstehe ich durchweg Flächen, deren Breite 1 mm beträgt.

Für den einfachsten Fall, den nämlich, dass ich zwei nebeneinander liegende horizontale Punktdistanzen miteinander verglich, gestaltete sich die Vorrichtung nunmehr folgendermassen. Ein Holzpult, dessen 600 mm lange, 500 mm hohe Platte fast senkrecht stand, war mit tief dunkelgrünem Tuch überzogen; gerade diese Farbe ermüdet das Auge wenig und bildet zu den weissen Punkten keinen so grellen Kontrast wie Schwarz. An der unteren Längskante ragte eine Holzleiste vor mit einer schmalen Rinne, in welcher viereckige Glasplatten (die beim Mikroskopieren üblichen Objektträger) auf ihrer Längskante leicht mit den Händen hin und her geschoben werden konnten. An diese Glasplatten — in dem erwähnten Fall waren vier nötig — hatte ich breite und 200 mm hohe Streifen aus festem weissem Kartonpapier geklebt, die sich nach oben zu verjüngten und in einer 1 mm breiten Spitze ausliefen. Der Spitze oben entsprach genau eine Linie auf der Glasplatte unten und da über der Längsleiste unten eine fortlaufende Millimeterteilung angebracht war, so liess sich die Entfernung der weissen Spitzen an der Entfernung der Linien auf den Glasplatten ablesen. Letztere Vorrichtung wurde aber lediglich zur gröberen Einstellung, nie zur Messung verwertet.

Schliesslich wurde ein 200 mm breiter und 600 mm langer Streifen grünen Tuches mit Stiften derart über die untere Hälfte des Pultes befestigt, dass von den vier Kartonstreifen die 1 mm breiten Spitzen auch nur 1 mm hoch hinausragten. Der obere Rand des Tuchstreifens war durch eingezogenen Draht vollkommen scharf und gerade. Der

Erfolg war der, dass die Hände bequem die Glasplättchen in der Rinne hin und her schieben konnten, während für das Auge sich nur die vier weissen Punkte auf einer grossen dunkelgrünen Fläche in horizontaler Linie hin und her bewegten. An den Seiten des Pultes waren verstellbare Holzstangen angebracht, die auf der grünen Fläche senkrecht standen und vorn durch einen breiten Metallstreifen verbunden waren. Wenn ich an diesen Metallstreifen die Stirn fest anlehnte, so war jede Kopfbewegung ausgeschlossen und das Auge in konstanter Entfernung vom Pulte; dieselbe betrug bei meinen sämtlichen Versuchen 600 mm. Ich füge dieser Zahlenangabe sogleich die weitere bei, dass die verglichenen Grössen bei allen Versuchen 10, 20, 30 .... bis 200 mm betrugen.

Es wäre unnütz, hier alle die kleinen Vorrichtungen zu beschreiben, durch welche die Isolation der weissen Kartonpunkte und Linien auf der grünen Fläche auch in den anderen Fällen erreicht wurde. So konnte z. B. bei vertikaler Verschiebung der Punkte die Fortbewegung der Glasplatten in der Rinne nicht beibehalten werden, sondern durch das fast millimeterdicke Kartonpapier wurden vertikal festgespannte Seidenfäden gezogen, an denen die Streifen auf und ab geschoben werden konnten und in jeder Lage feststanden. Selbstverständlich musste auch der verdeckende Tuchstreifen dann vertikal befestigt werden. Für die Linien waren statt sich verjüngender Streifen solche mit parallelen Begrenzungslinien geschnitten. Bei intermittierenden Linien lief jeder Streifen in eine Reihe herausragender Spitzen aus; immer aber waren sämtliche Vorrichtungen so für das Auge verdeckt, dass es nur die weissen Linien und Punkte in grüner Ebene unterscheiden konnte.

Zur Fixierung der Augen wurde ein Stift mit mattem hellem Knopf benutzt und zur Verdeckung der einen Seite bei Versuchen mit successiver Schätzung konnten grüne Tuchvorhänge sich schnell herunterrollen. Ebenso wurden zur

Verdeckung des einen Auges, zur Scheidung der beiden Augen, zur Kreuzung der beiden Gesichtslinien u. s. w. stets am Kopfe befestigte Drahtvorrichtungen mit grünem Tuche benutzt, damit das unbeschäftigte Auge seine Gesichtseindrücke ohne Farbenstörung in die grüne Versuchsfläche hineinprojizieren konnte. Von mechanischem Schluss des einen Auges sah ich ab, um die synergischen Bewegungen nicht zu stören; ebenso vermied ich willkürlichen Lidschluss, um nicht auch die andere Lidspalte zu verengern.

Erwähnen möchte ich nur noch eine Einrichtung für das succesive Schätzen mit Zeitintervall. Es lag hier alles daran zu verhindern, dass ein zahlenmässiges Urteil über die Grösse der gegebenen Normaldistanz auftaucht. Sobald sich ein solches Urteil bildet, erfolgt die spätere Einstellung der Vergleichsdistanz naturgemäss weniger auf Grund der Erinnerung an den soeben erhaltenen Distanzeindruck als unter dem Einfluss der Vorstellung von so und so viel Millimetern, was natürlich den Wert eines Intervallenwechsels jeder Untersuchung entziehen würde. Dieses zu vermeiden wurde dadurch erreicht, dass ich nicht wie sonst skalenmässig 10, 20, 30 . . . mm vorschritt, sondern Masse in der Länge von 10, 20, 30 . . . mm für Rechts und Links anfertigte, abwechselnd bald für Rechts, bald für Links eines zog und mittels dieses Masses die Normaldistanz einstellte. Die Masse waren ausserdem nicht gerade Streifen, welche leicht zu schätzen, sondern durchweg krumme Bügel von verschiedener Gestalt; dadurch wurde jede Urteilbildung so erschwert, dass ich beim zufälligen Herausziehen des einzelnen kaum im Stande war, die Grösse zahlenmässig zu schätzen, und lediglich den Entfernungseindruck auf mich wirken lassen musste.

Als Massstab benutzte ich Halbmillimetereinteilungen, wobei ich die Zehntelmillimeter mit Sicherheit schätzte. Die Zeitmessung bei successiven Schätzungen geschah mittels Metronoms. Selbstverständlich widmete ich ausserdem der Ermüdung, Uebung, Unaufmerksamkeit, Beleuchtungswechsel

und anderen Fehlerquellen die gebührende Rücksicht. Zeit- und Raumlage, monoculares und binoculares, fixiertes und bewegtes Sehen und anderes, dessen Vernachlässigung manche frühere Arbeit minderwertig macht, konnte bei mir keine Irrtümer ergeben, da ihren Einfluss auf den konstanten Fehler zu untersuchen ja gerade eine meiner Aufgaben war.

Die Versuche habe ich alle selbst und zwar anderthalb Jahre hindurch fast täglich drei Stunden, meist vormittags, immer bei guter, aber zerstreuter Sonnenbeleuchtung angestellt. Ihre Zahl beträgt etwa 20000 und verteilt sich derart, dass jede gewonnene Durchschnittszahl aus meist zehn Versuchsergebnissen entnommen ist, so dass jede Tabelle, in anbetracht der zwanzig Normalgrössen und der Trennung von Rechts und Links, etwa 400 Versuche repräsentiert. Bei wichtigeren Tabellen habe ich erheblich mehr Reihen angestellt; nur bei besonders anstrengenden mich mit weniger, etwa sechs bis acht Reihen begnügt. Da schliesslich ein nicht unwesentlicher Teil des benutzten Apparates aus meinen Augen besteht, so füge ich laut eingehender Untersuchung in der Augenklinik bei, dass dieselben beiderseits normale Sehschärfe haben, dass sie weder an bemerkenswertem Astigmatismus noch an Strabismus leiden und dass der auf beiden Augen gleiche myopische Fehler durch das gut centrierte, festsitzende Glas völlig ausgeglichen wird. Meine cerebrale Unterschiedsempfindlichkeit hat im Lauf der Jahre auf den verschiedensten Sinnesgebieten Durchschnittsgrössen ergeben.

Nur noch ein Wort über die angewandte Methode. Wundt schlägt für Distanzmessungen sowohl die Methode der richtigen und falschen Fälle als auch die der Minimaländerungen neben der des mittleren Fehlers vor. Dennoch glaubte ich, die beiden ersteren unberücksichtigt lassen zu müssen und die dritte nur unter wesentlicher Modifikation anwenden zu dürfen. Die Methode der richtigen und falschen Fälle würde technische Schwierigkeiten verursachen, denen meine Vorrichtungen nur mangelhaft genügt hätten, überdies eine solch grosse Versuchsanzahl

gebrauchen, dass die Variation der Bedingungen dadurch sehr verringert worden wäre; und schliesslich ist die mathematische Berechnung ihrer Resultate in den letzten Jahren Gegenstand so lebhafter Diskussion geworden, dass die Verwertung der Ergebnisse nur unzureichend gesichert erscheint. Die Methode der Minimaländerungen andererseits hat, von ihrem chronischen Leiden der Selbsttäuschung abgesehen, hier ganz besonders den Uebelstand, dass sie davon ausgehen muss, zwei gleiche Grössen würden auch für gleich gehalten; sie muss, wenigstens in der exakteren Form, die sie in neuester Zeit erhalten, notwendig damit beginnen, die Vergleichsgrösse der gegebenen Normalgrösse objektiv gleich zu machen und dann die Vergleichungsdistanz zu vergrössern, bis ein eben merklicher Unterschied entsteht; sie ist aber nicht darauf eingerichtet, wenn ein konstanter Fehler so weit wirkt, dass die objektiv gleichen Grössen ungleich aufgefasst werden, und gerade dieser Fall zeigte sich häufig. Andererseits würde die Berechnung fehlerhaft, wenn, statt vom objektiven, vom subjektiven Nullpunkt des Unterschiedes ausgegangen würde.

So blieb mir nur die Methode der mittleren Fehler, da Wundt mit Recht die Methode der mittleren Abstufungen für das Augenmass verwirft. Doch die reine Methode der mittleren Fehler, welche den Durchschnittswert der Fehler misst, die bei dem Bemühen begangen werden, eine Grösse der anderen gleich zu machen, kann sich doch immer nicht von dem Vorwurf reinigen, dass dieser Fehler nicht dem eben unmerklichen Unterschied, also auch nicht dem reciproken Wert der Unterschiedsempfindlichkeit gleich sei, dass die Fehlergrössen vielmehr viel zu klein ausfallen. Wir sahen, dass Volkmann diesem Vorwurf entging, indem er zwar auch eine Grösse der anderen gleichzumachen suchte, aber so, dass er von einem merklich grösseren Werte ausging und denselben verkleinerte, bis die Werte gleich schienen. Die Grenze, an der dieses stattfindet, gibt im Durchschnitt den eben unmerklichen oder eben verkennbaren Unterschied nach oben

hin und darf wohl dem eben merklichen gleich gesetzt werden. Wir sahen dann freilich, dass Volkmann diesen richtigen Gedanken praktisch unbrauchbar machte, indem er immer nur von einer Seite ausging. Dadurch geriet der gesuchte Unterschiedswert unter den konstanten Fehler, während als variabler Wert nur die Schwankung um diesen Schwellenwert übrig blieb. Wenn wir statt dessen aber systematisch abwechseln, jedesmal in fünf Reihen von erheblich grösseren, in fünf Reihen von erheblich kleineren Werten ausgehen und den gesamten Durchschnitt berechnen, so repräsentieren die Abweichungen von diesem Durchschnitt wirklich den eben unmerklichen Unterschied, dessen gleich häufig positives wie negatives Vorzeichen verhindert, dass er im konstanten Fehler eine Rolle spielt; der Durchschnitt aus diesen Abweichungen ohne Rücksicht auf die Vorzeichen ergibt dann den variablen Fehler. Dieses ist die Methode, für die ich mich nach mannigfachen Probeversuchen entschloss. Auch sie hat zwei Fehlerquellen, deren Wirkungen aber erstens recht klein und zweitens entgegengesetzt sind, so dass sie sich nahezu aufheben. Das Ausgehen von einer merkbar verschiedenen Grösse verschiebt nämlich durch ein gewisses Nachwirken der Empfindung den Schwellenwert etwas nach Null hin; die Erwartung dagegen, dass die Gleichheit bald eintreten muss, zieht ihn etwas von Null fort, der Fehler kann also kaum Einfluss haben.

Die Verwertung des so erhaltenen Rohmaterials geschah nun folgendermassen. Nenne ich die Normaldistanz N, die Vergleichsdistanz (Fechners Fehldistanz) V, so berechne ich zunächst aus den meist zwanzig Werten den Durchschnitt und zwar gesondert aus den zehn Werten, bei denen V rechts lag (V_r) und aus den übrigen zehn Werten, bei denen es links lag (V_l). Die $\pm$-Grösse, um welche V_r, resp. V_l von N abweicht, ist offenbar der konstante Fehler, da alle variablen Fehler, die durch Unterschiedsempfindlichkeit bewirkt sind, sich aufheben müssen. Die weitere Berechnung stellte dann das Verhältnis dieses

konstanten Fehlers zu N fest und zwar, um sie miteinander vergleichen zu können, in Prozent berechnet $\left(\frac{V_r - N}{N} \cdot 100,\right.$ resp. $\left.\frac{V_l - N}{N} \cdot 100\right)$. Aus den so erhaltenen zwanzig Prozentwerten für 1, 2, 3 ... cm wurde dann jedesmal der Durchschnittsprozentwert berechnet, so dass die verhältnismässigen Schwankungen des konstanten Fehlers daraus leicht hervortreten. Die zweite Hälfte in jeder der angefertigten Tabellen beschäftigt sich mit den reinen variablen Fehlern, d. h. den durchschnittlichen positiven oder negativen Abweichungen der zehn Werte von ihrem Durchschnittswert unter Vernachlässigung des Vorzeichens. Er eben ist als der eben unmerkliche Unterschied der reciproke Wert der Empfindlichkeit und dadurch in engster Beziehung zu der Frage nach dem Weberschen Gesetz. Deshalb ist nicht nur der mittlere variable Fehler ($d \,.\, V_r$, resp. $d \,.\, V_l$) für Rechts und Links, und die Mitte aus beiden ($d \,.\, V_{rl}$) berechnet, sowie das Verhältnis dieses Fehlers zu N in Prozent festgestellt $\left(\frac{d \,.\, V_{rl}}{N} \cdot 100\right)$, sondern auch ausserdem die Abweichung jedes einzelnen dieser zwanzig Prozentwerte von dem Durchschnittprozentwert berechnet, so dass der festgestellte Durchschnitt dieser zwanzig Abweichungen uns unmittelbar über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes orientiert. Scheinbar kleine Rechenfehler in den Tabellen rühren davon her, dass in der Ausrechnung meist zwei Dezimalstellen berücksichtigt wurden, in den Berichten aber nur eine angegeben ist.

Auf diese Weise habe ich nun 36 Tabellen angefertigt, und nur Raumrücksichten verbieten mir, dieselben vollkommen mitzuteilen. Ich werde mich vielmehr darauf beschränken müssen, jedesmal die Durchschnittswerte aus den zwanzig berechneten Prozentverhältnissen des konstanten Fehlers bei rechter und linker Raumlage anzugeben, und dasselbe für den variablen Fehler, bei

dem noch die mittlere Abweichung der zwanzig Prozentwerte von dem Durchschnittsprozentwert beigefügt ist. Jede Tabelle, der also mindestens 400, oft 6- bis 800 Versuche zu Grunde liegen, wird hier also nur durch vier Zahlen vertreten sein. Um aber einen deutlichen Einblick in die gesamte Methode zu ermöglichen, will ich wenigstens ein paar Tabellen herausgreifen und sie als Proben der Art und Weise vollständig hersetzen; dieselben zeigen freilich, dass eigentlich für den konstanten Fehler die allein wiedergegebenen Prozentdurchschnittswerte nur mangelhaften Aufschluss über den Gang des Fehlers bei wachsender Distanz erlauben. Ich wähle Tabellen 1, 2, 19 und 23 und zwar die zwei letzteren ausser der Reihe nur deshalb, weil bei ihnen V und N sich deckten, die Unterschiede von Rechts und Links also wegfielen, die Tabellen somit noch leichter zu überblicken sind.

Tabelle 1.

Horizontale Punktdistanzen. Beide Augen frei bewegt mit direktem Sehen. Zwischen V und N 60 mm.

N	V_r	$\frac{V_r - N}{N} \cdot 100$	V_l	$\frac{V_l - N}{N} \cdot 100$	$d. V_{rl}$	$\frac{d. V_{rl}}{N} \cdot 100$	Abweichung vom Mittelwert
10	10,3	+ 3,0 %	9,8	— 2,0 %	0,25	2,5 %	0,8 %
20	20,7	+ 3,5 „	19,7	— 1,6 „	0,35	1,75 „	0,0 „
30	30,5	+ 1,7 „	29,3	— 2,3 „	0,55	1,8 „	0,1 „
40	40,9	+ 2,2 „	39,1	— 2,2 „	0,7	1,75 „	0,0 „
50	50,8	+ 1,6 „	49,5	— 1,0 „	0,65	1,3 „	0,4 „
60	61,2	+ 2,0 „	58,8	— 2,0 „	0,9	1,5 „	0,2 „
70	71,0	+ 1,4 „	69,0	— 1,1 „	1,0	1,45 „	0,3 „
80	82,3	+ 2,9 „	78,3	— 2,1 „	1,0	1,25 „	0,5 „
90	91,9	+ 2,1 „	87,9	— 2,3 „	1,3	1,45 „	0,3 „
100	103,8	+ 3,8 „	97,8	— 2,2 „	1,2	1,2 „	0,5 „
110	114,0	+ 3,6 „	108,5	— 1,4 „	1,35	1,2 „	0,5 „
120	122,8	+ 2,3 „	118,1	— 1,6 „	1,95	1,6 „	0,1 „
130	132,0	+ 1,5 „	128,3	— 1,3 „	1,95	1,5 „	0,2 „
140	142,8	+ 2,0 „	137,5	— 1,8 „	3,45	2,5 „	0,8 „
150	153,0	+ 2,0 „	146,6	— 2,3 „	2,25	1,5 „	0,2 „
160	162,9	+ 1,8 „	157,9	— 1,3 „	2,25	1,4 „	0,3 „
170	171,7	+ 1,0 „	168,1	— 1,1 „	2,75	1,6 „	0,1 „
180	184,3	+ 2,4 „	178,6	— 0,8 „	3,6	2,0 „	0,3 „
190	194,4	+ 2,3 „	187,6	— 1,2 „	3,05	1,6 „	0,1 „
200	203,6	+ 1,8 „	198,1	— 0,9 „	5,05	2,5 „	0,8 „
Durchschnitt		+ 2,2 %		— 1,6 %		1,7 %	0,3 %

Tabelle 2.

Horizontale Punktdistanzen. Zwischen V und N 60 mm. Nur mit dem rechten, frei bewegten Auge; das linke verdeckt.

N	V_r	$\frac{V_r-N}{N}.100$	V_l	$\frac{V_l-N}{N}.100$	$d.V_{rl}$	$\frac{d.V_{rl}}{N}.100$	Abweichung vom Mittelwert
10	9,9	— 1,0 %	10,1	+ 1,0 %	0,3	3,0 %	1,0 %
20	20,6	+ 3,0 „	19,8	— 1,0 „	0,4	2,0 „	0,0 „
30	29,9	— 0,3 „	29,5	— 1,7 „	0,5	1,7 „	0,3 „
40	39,2	— 2,0 „	39,4	— 1,5 „	0,55	1,4 „	0,6 „
50	50,1	+ 0,2 „	52,1	+ 4,2 „	0,7	1,4 „	0,6 „
60	61,1	+ 1,8 „	62,0	+ 3,3 „	0,55	0,9 „	1,1 „
70	70,0	0,0 „	71,2	+ 1,7 „	0,85	1,2 „	0,8 „
80	77,5	— 3,1 „	79,6	— 0,5 „	1,45	1,8 „	0,2 „
90	85,8	— 4,7 „	91,0	+ 1,1 „	2,4	2,7 „	0,7 „
100	95,9	— 4,1 „	103,3	+ 3,3 „	3,0	3,0 „	1,0 „
110	106,3	— 3,4 „	113,5	+ 3,2 „	1,7	1,5 „	0,5 „
120	113,8	— 5,1 „	123,6	+ 3,0 „	3,3	2,7 „	0,7 „
130	121,9	— 6,2 „	133,4	+ 2,6 „	1,5	1,2 „	0,8 „
140	133,7	— 4,5 „	143,4	+ 2,4 „	2,8	2,0 „	0,0 „
150	139,6	— 7,0 „	156,0	+ 4,0 „	3,4	2,3 „	0,3 „
160	152,8	— 4,0 „	169,2	+ 5,7 „	3,85	2,4 „	0,4 „
170	163,0	— 4,0 „	175,3	+ 3,1 „	5,1	3,0 „	1,0 „
180	170,9	— 5,0 „	188,4	+ 4,7 „	3,4	1,8 „	0,2 „
190	179,8	— 5,3 „	199,7	+ 5,1 „	3,9	2,1 „	0,1 „
200	188,4	— 5,8 „	214,2	+ 7,1 „	3,75	1,9 „	0,1 „
Durchschnitt		— 3,0 %		+ 2,5 %		2,0 %	0,5 %

Tabelle 19.

Horizontale Punktdistanzen. Beide Augen frei bewegt. V und N decken sich. N wird 1 Sekunde verdeckt.

N	V	$\frac{V-N}{N}.100$	d.V	$\frac{d.V}{N}.100$	Abweichung
10	10,2	+ 2,0 %	0,3	3,0 %	0,5 %
20.	21,3	+ 6,5 „	0,9	4,5 „	2,0 „
30	32,9	+ 9,6 „	1,0	3,3 „	0,8 „
40	44,0	+ 10,0 „	1,2	3,0 „	0,5 „
50	53,7	+ 7,4 „	1,4	2,8 „	0,3 „
60	61,6	+ 4,0 „	1,6	2,7 „	0,2 „
70	72,5	+ 3,6 „	1,7	2,4 „	0,1 „
80	81,9	+ 2,4 „	2.0	2,5 „	0,0 „
90	91,0	+ 1,1 „	2,1	2,3 „	0,2 „
100	100,2	+ 0,2 „	2,0	2,0 „	0,5 „
110	108,0	— 1,8 „	2,8	2,5 „	0,0 „
120	116,3	— 3,1 „	2,9	2,4 „	0,1 „
130	128,1	— 1,4 „	2,9	2,2 „	0,3 „
140	138,4	— 1,1 „	3,1	2,2 „	0,3 „
150	144,8	— 3,5 „	3,4	2,3 „	0,2 „
160	157,6	— 1,5 „	3,7	2,3 „	0,2 „
170	165,4	— 2,7 „	3,4	2,0 „	0,5 „
180	176,3	— 2,1 „	3,6	2,0 „	0,5 „
190	187,2	— 1,5 „	3,9	2,1 „	0,4 „
200	196,3	— 1,8 „	3,9	2,0 „	0,5 „
Durchschnitt		+ 1,3 %		2,5 %	0,4 %

Tabelle 23.

Horizontale Punktdistanzen. Beide Augen frei bewegt. Einstellung von V aus dem Gedächtnis ohne N.

Aufgabe	V	$\frac{V-N}{N} . 100$	d.V	$\frac{d.V}{N} . 100$	Abweichung
10	10,5	+ 5,0 %	0,9	9,0 %	2,6 %
20	23,1	+ 15,5 „	1,8	9,0 „	2,6 „
30	35,2	+ 17,3 „	3,7	12,3 „	5,9 „
40	46,7	+ 16,8 „	4,3	10,8 „	4,4 „
50	55,8	+ 11,6 „	3,4	6,8 „	0,4 „
60	67,1	+ 11,8 „	4,6	7,6 „	1,2 „
70	76,2	+ 8,9 „	4,7	6,7 „	0,3 „
80	84,7	+ 5,9 „	6,5	8,1 „	1,7 „
90	95,2	+ 5,7 „	6,2	6,9 „	0,5 „
100	104,3	+ 4,3 „	6,7	6,7 „	0,3 „
110	114,7	+ 4,3 „	5,2	4,7 „	1,7 „
120	123,9	+ 3,2 „	5,7	4,8 „	1,6 „
130	133,1	+ 2,4 „	6,3	4,8 „	1,6 „
140	143,9	+ 2,8 „	6,8	4,8 „	1,6 „
150	151,8	+ 1,2 „	6,4	4,2 „	2,2 „
160	160,5	+ 0,3 „	7,5	4,7 „	1,7 „
170	170,3	+ 0,2 „	7,9	4,6 „	1,8 „
180	179,1	— 0,4 „	7,6	4,2 „	2,2 „
190	188,3	— 0,9 „	8,2	4,3 „	2,1 „
200	198,0	— 1,0 „	8,5	4,2 „	2,2 „
Durchschnitt		+ 5,7 %		6,4 %	1,9 %

Nach diesen Proben von der Methode der Berechnung, gebe ich nunmehr zunächst die schliesslichen Durchschnittszahlen für alle 36 Tabellen, um darauf kurz die wesentlichsten Resultate hervorzuheben. Rechts + 2,2 % heisst also: der Durchschnittswert aus den zwanzig Werten für $\frac{V_r - N}{N} . 100$ beträgt + 2,2 %. K. F. bedeutet konstanter Fehler, R. rechts L. links, V. F. variabler Fehler, M. A. mittlere Abweichung der zwanzig einzelnen prozentualisch berechneten variablen Fehler von dem Durchschnittswert derselben.

I. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. + 2,2 %. L. — 1,6 %.

V. F. 1,7 %. M. A. 0,3 %.

II. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Rechtes Auge frei bewegt. Linkes Auge verdeckt.
K. F. R. — 3,0 %. L. + 2,5 %.
V. F. 2,0 %. M. A. 0,5 %.

III. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Linkes Auge frei bewegt. Rechtes Auge verdeckt.
K. F. R. + 1,5 %. L. — 2,8 %.
V. F. 2,0 %. M. A. 0,5 %.

IV. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen fixiert auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N.
K. F. R. + 11,8 %. L. — 5,2 %.
V. F. 3,2 %. M. A. 1,0 %.

V. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen fixiert auf einen Punkt 40 mm über der Mitte zwischen V und N.
K. F. R. + 9,5 %. L. — 3,0 %.
V. F. 4,2 %. M. A. 2,4 %.

VI. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen fixiert auf einen Punkt 40 mm unter der Mitte zwischen V und N.
K. F. R. + 12,4 %. L. — 1,3 %.
V. F. 3,9 %. M. A. 1,6 %.

VII. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Rechtes Auge fixiert auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N. Linkes Auge verdeckt. Es konnten nur die Distanzen 10 bis 80 mm untersucht werden, da von da an der blinde Fleck sich störend geltend machte.
K. F. R. + 23,1 %. L. — 9,1 %.
V. F. 4,9 %. M. A. 1,8 %.

VIII. Wie VII. Statt des rechten Auges das linke. Blinder Fleck bei 80 mm.
K. F. R. + 17,5 %. L. — 7,6 %.
V. F. 4,4 %. M. A. 1,2 %.

IX. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Rechtes Auge fixiert auf einen Punkt 40 mm über der Mitte zwischen V und N. Linkes Auge verdeckt. Blinder Fleck bei 90 mm.

K. F. R. + 28,7 %. L. — 8,7 %.
V. F. 4,7 %. M. A. 1,3 %.

X. Wie IX. Statt des rechten Auges das linke. Blinder Fleck bei 90 mm.

K. F. R. + 27,8 %. L. — 5,7 %.
V. F. 4,8 %. M. A. 1,5 %.

XI. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Rechtes Auge fixiert auf einen Punkt 40 mm unter der Mitte zwischen V und N. Linkes Auge verdeckt.

K. F. R. + 12,2 %. L. — 7,9 %.
V. F. 3,6 %. M. A. 1,3 %.

XII. Wie XI. Statt des rechten Auges das linke.

K. F. R. + 11,5 %. L. — 7,8 %.
V. F. 3,6 %. M. A. 1,1 %.

XIII. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Die Sehfelder beider Augen durch eine vertikale Scheidewand getrennt. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. + 4,4 %. L. — 4,5 %.
V. F. 1,7 %. M. A. 0,3 %.

XIV. Wie XIII, aber beide Augen auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N, in der Verlängerung der Scheidewand liegend, fixiert. Bei 80 mm blinder Fleck.

K. F. R. + 22,3 %. L. — 12,9 %.
V. F. 4,2 %. M. A. 0,7 %.

XV. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen fixiert auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N. Durch scheuklappenähnliche Vorrichtung kann das rechte Auge nur die linke, das linke Auge nur die rechte Distanz sehen.

K. F. R. + 15,8 %. L. — 14,4 %.
V. F. 3,7 %. M. A. 0,7 %.

XVI. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt. Successive Vergleichung; V wird eingestellt, nachdem N 1 Sekunde verdeckt ist.
K. F. R. + 8,4 %. L. + 2,5 %.
V. F. 4,2 %. M. A. 1,3 %.

XVII. Wie XVI, aber N 3 Sekunden verdeckt.
K. F. R. + 10,8 %. L. + 8,8 %.
V. F. 4,9 %. M. A. 0,8 %.

XVIII. Wie XVI, aber N 10 Sekunden verdeckt.
K. F. R. + 8,4 %. L. + 4,2 %.
V. F. 4,4 %. M. A. 1,1 %.

XIX. Horizontale Punktdistanzen. N und V decken sich. Beide Augen frei bewegt. V wird eingestellt, nachdem N 1 Sekunde verdeckt ist.
K. F. + 1,3 %.
V. F. 2,5 %. M. A. 0,4 %.

XX. Wie XIX, aber N 3 Sekunden verdeckt.
K. F. + 1,7 %.
V. F. 3,9 %. M. A. 0,9 %.

XXI. Wie XIX, aber N 10 Sekunden verdeckt.
K. F. + 0,7 %.
V. F. 4,5 %. M. A. 1,3 %.

XXII. Horizontale Punktdistanzen. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen fixiert auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N. N 3 Sekunden verdeckt.
K. F. R. + 6,6 %. L. 0,0 %.
V. F. 4,6 %. M. A. 0,5 %.

XXIII. Horizontale Punktdistanzen. Beide Augen frei bewegt. Einstellung von V aus dem Gedächtnis ohne N.
K. F. 5,7 %.
V. F. 6,4 %. M. A. 1,9 %.

XXIV. Horizontale Linien (N), gegen horizontale Punktdistanzen (V). 60 mm Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. + 2,7 %. L. — 4,1 %.

V. F. 2,0 %. M. A. 0,3 %.

XXV. Horizontale punktierte Linien (N), gegen horizontale Punktdistanz (V). 60 mm Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. + 9,7 %. L. + 5,7 %.

V. F. 2,8 %. M. A. 0,3 %.

XXVI. Horizontale punktierte Linie (N), gegen horizontale Punktdistanz (V). 60 mm Zwischenraum. Beide Augen auf einen Punkt in der Mitte zwischen V und N fixiert.

K. F. R. + 18,4 %. L. + 1,7 %.

V. F. 4,3 %. M. A. 1,4 %.

XXVII. Horizontale Linien. 60 mm Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. — 5,3 %. L. — 8,0 %.

V. F. 2,1 %. M. A. 0,3 %.

XXVIII. Horizontale Punktdistanzen (N), gegen vertikale Punktdistanzen (V). 60 mm zwischen N und dem Fusspunkt von V; die vertikale also nach oben. Beide Augen frei bewegt.

K. F. R. — 7,6 %. L. — 9,7 %.

V. F. 2,5 %. M. A. 0,2 %.

XXIX. Wie XXVIII, aber zwischen N und V kein Zwischenraum, V und N bilden also einen rechten Winkel.

K. F. R. — 4,9 %. L. — 8,5 %.

V. F. 1,5 %. M. A. 0,15 %.

XXX. Wie XXIX, aber beide Augen auf den Eckpunkt des rechten Winkels fixiert. Bei 170 mm wird die Schätzung unsicher.

K. F. R. + 4,4 %. L. + 5,0 %.

V. F. 1,6 %. M. A. 0,4 %.

XXXI. Wie XXX, aber nur ein Auge im Eckpunkt fixiert, das andere verdeckt, und zwar V_r mit rechtem, V_l mit linkem Auge eingestellt. Bei 170 mm wird die Schätzung unsicher.
K. F. R. + 1,5 %. L. — 5,8 %.
V. F. 1,4 %. M. A. 0,2 %.

XXXII. Horizontale Punktdistanz (N), gegen vertikale Punktdistanz (V). Die vertikale nach unten gerichtet. Kein Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.
K. F. R. + 3,7 %. L. + 1,7 %.
V. F. 1,8 %. M. A. 0,2 %.

XXXIII. Horizontale Linie (N), gegen vertikale Punktdistanz (V). Vertikale nach oben. Kein Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.
K. F. R. + 5,6 %. L. — 1,4 %.
V. F. 1,4 %. M. A. 0,3 %.

XXXIV. Horizontale Linie (N), gegen vertikale Linie (V). Kein Zwischenraum. Beide Augen frei bewegt.
K. F. R. + 5,7 %. L. — 0,3 %.
V. F. 1,4 %. M. A. 0,3 %.

XXXV. Vertikale Punktdistanzen nebeneinander. Zwischenraum zwischen den Fusspunkten 200 mm. Beide Augen frei bewegt.
K. F. R. 0,0 %. L. + 0,2 %.
V. F. 0,8 %. M. A. 0,3 %.

XXXVI. Vertikale Punktdistanzen übereinander. Zwischen der Spitze von N und dem Fusspunkt von V resp. umgekehrt 60 mm Zwischenraum.
K. F. Unten + 2,5 %. Oben — 1,7 %.
V. F. 1,1 %. M. A. 0,3 %.

Vorstehende Zahlen können ja nun freilich nicht ganz zureichend die vollen Tabellen ersetzen und gewähren daher für die Analyse und Erklärung ihres Inhaltes nicht ebensoviel Anhaltspunkte, wie sie mir beim Ueberblick über das gesamte Material zu Gebote stehen. Trotzdem werden sie

jeden so ziemlich zu denselben Hauptresultaten führen, zu denen mich die Tabellen gebracht, vor allem zunächst zu dem Eindruck, dass es sich bei den so grossen Verschiedenheiten der Schätzungsergebnisse nirgends um Zufälligkeiten handle, dass aber andererseits eine wirkliche Erklärung für alle Einzelheiten nur möglich wäre durch eine Interpretation, die in der Erfahrung nicht genügend begründet wäre. Es verwebt sich da offenbar in fast jeder Reihe eine Anzahl verschiedener Faktoren, die sich zum Teil in ihrer Wirkung verstärken, zum Teil aufheben. Dieselben wirklich zu isolieren, etwa zu sagen, in dieser Reihe wird erstens V_r grösser als V_l gemacht, zweitens bei kleinen Distanzen V grösser als N, drittens bei grossen V kleiner als N eingestellt u. s. w., das wäre in zahlreichen Fällen ohne Willkür nicht durchzuführen und überdies von einer wirklichen Erklärung noch weit entfernt.

Das, was die Versuche lehren, ist vielmehr in erster Linie die Feststellung, dass jegliche Veränderung in der Augenbewegung, Augenstellung und Augenbenutzung sich bei der Verwertung des Gesichtseindruckes für die Grössenschätzung bemerkbar macht; dass jede neue Nuancierung der Muskel-, resp. Innervationsempfindungen die Sehvorstellungen so variiert, dass wir vor scheinbar unentwirrbaren und überraschenden Resultaten stehen, weil wir die Elemente des zusammenwirkenden Empfindungskomplexes nicht zu analysieren vermögen. Ich glaube daher dem empirischen Charakter der Untersuchung treuer zu bleiben, wenn ich auf den Versuch verzichte, die Beziehungen zwischen den Bedingungsvariationen und den konstanten Fehlern im einzelnen zu erklären; es genügt mir die Feststellung, dass solche sich überall ergeben, dass also die früher übliche Zusammenbringung von Resultaten, die mit fixiertem oder bewegtem, einfachem oder doppeltem, simultanem oder successivem Sehen gesammelt, völlig unberechtigt war. Ich betrachte meine Aufgabe für erfüllt, wenn meine Versuche, auch ohne Erklärung

des einzelnen, eine Entscheidung über die Frage zulassen, ob wirklich die Bewegung der Augen, resp. die Stellung der fixierten Augen einen so entscheidenden Einfluss auf die Schätzung ausübt, dass die Erklärung der Fehler nur durch die Bewegungsempfindungen und deren Erinnerungsreproduktionen ermöglicht wird; es ist mir nicht zweifelhaft, dass meine Experimente diese Frage bejahen. Ein paar kurze Randbemerkungen mögen auf einige besonders auffallende Erscheinungen aufmerksam machen und ein paar subjektive Erfahrungen aussprechen, die sich mir während der Experimente aufgedrängt.

Am auffallendsten scheint mir für meine gesamten Resultate eine konstante Ueberschätzung der linken und Unterschätzung der rechten Grösse. Während sie bei normalem Sehen mit bewegtem Doppelauge sich als + 2,2 % für die Einstellung der rechten, — 1,6 % für die der linken ergibt, sehen wir unter künstlichen Bedingungen, wie der Benutzung eines fixierten Auges, den Fehler rechts bis über + 20 % steigen, und zwar ist fast immer der positive Fehler rechts grösser als der negative links, so dass zu dem Raumlagefehler, der dort positiv, hier negativ wirkt, jedenfalls noch ein zweiter Fehler kommt, der V im Verhältnis zu N stets in derselben Richtung beeinflusst. In einzelnen Fällen, wo offenbar andere Bedingungen eine Ueberschätzung der Normaldistanz mit sich brachten, konnten die Fehler sowohl rechts wie links positiv werden, der Unterschied zwischen beiden blieb aber auch dann unverhältnismässig hoch und hatte dieselbe Richtung.

Eine Erklärung für den einfachsten Fall, das normale Sehen, liegt nahe. Wir sind durch unsere dauernde Lese- und Schreibegewohnheit alle eingeübt, die Augen leicht von links nach rechts zu bewegen, führen sie aber nur mit einer kleinen Anstrengung in gerader Linie von rechts nach links, da wir gewohnt sind, sie beim Lesen in Bogenlinien vom Ende der einen zum Anfang der nächsten Zeile

zurückzubewegen, Erfahrungen, die schon Purkinje und Joh. Müller erwähnen. Ueberdies pflegen wir sowohl beim Lesen wie beim Schreiben die Mitte der Zeilen nicht der Körpermitte gegenüber zu halten, sondern meist beträchtlich in die rechte Gesichtshälfte zu verschieben, so dass wir Augenbewegungen nach der linken Körperseite viel seltener ausführen. Die Gewohnheit bedingt also die Leichtigkeit der Rechtsdrehung. Der Unterschied in der Leichtigkeit wird nun als Differenz im Muskelgefühl empfunden; die Bewegung nach links erscheint uns daher anstrengender und da wir die grössere Anstrengung auf das Durchmessen einer grösseren Strecke beziehen, so scheint uns die geschätzte Distanz grösser. Da die Versuchsvoraussetzungen mich aber nötigten, von der Mitte ausgehend die rechte Distanz mit einer Rechtswendung, die linke mit einer Linkswendung der Augen auszumessen, so ist es klar, dass ich die rechte zu klein, die linke zu gross schätzen musste. Frühere Beobachter, bei denen der Kopf nicht wie bei mir gegenüber der Mitte zwischen beiden Distanzen fixiert war, haben wahrscheinlich meist beide Distanzen in der rechten Gesichtshälfte untersucht, während eben meine Vergleichsgrössen zum Kopf völlig symmetrisch lagen mit einem Zwischenraum, der etwa dem Abstand der Augen entspricht. Interessant ist es nun zu verfolgen, wie diese Gewohnheit das Urteil auch dann beeinflusst, wenn von wirklichen Bewegungen gar nicht die Rede ist, also nur die Reproduktion jener Empfindung ausgelöst wird; ja sogar jedesmal, wenn, wie beim indirekten oder getrennten Sehen, das Objekt nicht ganz scharf erfasst wird, so dass unwillkürlich die Innervation der unterdrückten Bewegung stärker wird, dann wird regelmässig auch jene gewohnheitsmässige Unterschätzung der rechten Distanz gesteigert.

Die Tabellen 4 bis 12, in welchen teils beide Augen, teils eines allein auf einen Punkt in der Mitte oder 40 mm über, resp. unter der Mitte fixiert waren, scheinen ebenfalls

Bewegungsgewohnheiten zum Ausdruck zu bringen, in dem Sinne, dass das Fixieren unter, zwischen und über den Distanzen verschiedene Resultate bringt, weil die vom Fixationspunkt aus für die direkte Betrachtung der Distanzen zu vollführenden Bewegungen andere Empfindungen auslösen, je nachdem sie seitwärts, aufwärts oder abwärts gerichtet sind.

Daneben finden sich dann freilich gerade bei den Fixierversuchen Fehlerbedingungen anderer Art, deren man sich schon beim Experimentieren direkt bewusst ist. So wird z. B., wenn die Augen fixiert sind, der äussere feststehende Begrenzungspunkt der Normaldistanz ziemlich undeutlich und verschwommen, während der von der Vergleichsdistanz dadurch, dass er hin und her geschoben wird, noch scharf centriert bleibt; da wir aber das Undeutliche weiter hinaus verlegen, ergibt sich daraus ein Moment für die Ueberschätzung von N. Es kommt dazu, was für die Vergleichung der Fixierversuche mit anderen Versuchen nicht gleichgültig, dass die Einstellung bei ersteren sehr viel schneller erfolgen muss, weil eben die indirekt gesehenen Punkte bald undeutlich werden. Ich konstatiere ferner, dass die Vergleichung der grösseren Distanzen im indirekten Sehen uns geringere Schwierigkeiten macht und deshalb geringere Innervationstendenz hervorruft als die der kleinen Distanzen, vermutlich weil wir beim gewöhnlichen Sehen gewohnt sind, die dem Fixationspunkt naheliegenden Gegenstände kaum indirekt zu beachten. Um sie bewegt sich der direkte Blick fortwährend leicht herum; bei den grösseren Objekten muss uns auch im gewöhnlichen Leben das indirekte Sehen oft ausreichen, so dass wir ihre Erfassung gewohnter sind. — Schliesslich erwähne ich, dass sich mir bei allen Fixierversuchen der Eindruck aufdrängte, dass nicht nur, wie Helmholtz behauptet, die tangentialen, sondern auch die radialen Bilder auf der Netzhautperipherie vergrössert erscheinen. Bei zusammenhängenden Bildern, wie dem Helmholtzschen Schachfeldbild, pflegt sich unter dem Einfluss der Erfahrung die Helmholtz-

sche Beobachtung zu bestätigen; wo Erfahrungsanregungen aber fehlen, wie bei meinen Schätzungen isolierter Distanzen, kann ich sie nicht zutreffend finden. Ich möchte vielmehr Exners und Auberts Beobachtungen, dass eine kleine Bewegung, mit dem Augenseitenteil gesehen, regelmässig überschätzt wird, direkt dahin verallgemeinern, dass nicht nur die von bewegten Körpern durchmessene, sondern jede peripher wahrgenommene Strecke wesentlich überschätzt wird. Es bietet sich somit eine ganze Reihe von Faktoren, die schon für die eigene Wahrnehmung bei den Fixierversuchen ihre Rolle spielen.

Tabelle 2 und 3 berücksichtigen das monokulare Sehen mit Augenbewegung und kommen zu dem Resultat, dass unser rechtes Auge die rechte Seite, unser linkes Auge die linke Seite überschätzt und deshalb zu klein macht, ein Ergebnis, dem das umgekehrte Resultat bei Kundt wenig widerspricht, denn Kundt hat lediglich zwei Grössen von 50 mm verglichen, noch dazu ohne Intervall, die grösseren Fehler im umgekehrten Sinn stellen sich aber auch bei mir erst bei den grossen Distanzen ein. Andere vielleicht nicht uninteressante Aufklärungen über das Wesen der Muskelsynergie geben die Tabellen 13, 14, 15, bei denen die Sehfelder beider Augen getrennt waren. Man sollte meinen, dass, da der Beobachter sich nicht einmal dessen bewusst wird, dass sein linkes Auge nur die linke, sein rechtes Auge nur die rechte Distanz wahrnehmen kann, der Erfolg schliesslich derselbe sein müsste als wie bei normalem Sehen, da doch die synergischen Muskelbewegungen uns dieselben Empfindungen zuführen müssten. Dennoch ist ein Unterschied bemerkbar, der wohl nur davon herrühren kann, dass das rechte Objekt nicht auch auf der Netzhaut des linken Auges und umgekehrt den Bewegungsmechanismus anregen kann, den es im gleichsinnigen Auge reizt, wodurch eine Aenderung der Innervationskraft wohl denkbar ist. Andere Variationen bietet die Sehfeldertrennung beim Fixieren eines gemeinsamen Blick-

punktes, wobei mithin beide Distanzen sich auf den beiden inneren Hälften der Netzhaut abspiegeln, sowie die Fixierung eines Punktes bei gekreuztem Sehen, d. h. mit einer Vorrichtung, welche die rechten Objekte nur in dem linken Auge und umgekehrt sich spiegeln lässt, wodurch beide Bilder den äusseren Netzhauthälften angehören. Es ist kein Wunder, dass solche unter den gewöhnlichen Sehbedingungen ganz unmögliche Schätzungsaufgabe, für welche das fixierte Auge also nicht die Erinnerung an eingeübte Bewegungskombination besitzt, auch nur mit ungewöhnlich grossen Fehlern ausgeführt wird.

Die Versuche mit Zeitintervall, Tabelle 16 bis 21, verfolgten einen doppelten Zweck. Erst in zweiter Linie wollte ich den Unterschied zwischen simultanen und successiven Schätzungen studieren, in erster Linie lag mir daran, den Einfluss der Uebertragung von rechts nach links und umgekehrt einmal zu eliminieren, wie es in Tabelle 19 bis 21 geschieht. Hier sind N und V nicht nebeneinander, sondern decken sich; da dieses natürlich nur bei successiven Schätzungen geschehen kann und es offenbar unberechtigt ist, die dabei auftretenden Veränderungen nur auf die Deckung zu schieben, das Zeitintervall ebenfalls von Bedeutung sein muss, so ergab es sich dann von selbst, dass Versuche mit Zeitintervall auch bei Nebeneinanderliegen der Distanzen vorgenommen werden mussten, um eben den Einfluss des Aufeinanderliegens vom Successionsfehler unabhängig zu prüfen. Das Resultat springt in die Augen. Während der konstante positive Fehler für V *bei den neben einander liegenden Distanzen als Durchschnitt der drei Tabellen 7,2 % ergibt, ist er beim Aufeinanderliegen durchschnittlich 1,2 %*, obgleich die Zeitintervalle dieselben sind. Entscheidend ist dabei jedenfalls, dass bei sich deckenden Distanzen die Augenbewegung für N und V genau dieselbe, bei nebeneinander liegenden aber verschieden ist, so dass für die Augenbewegung eine Variation eintritt, während die Netzhauterregung

in beiden Fällen dieselbe ist. Nun ist ja die Verkleinerung des konstanten Fehlers durchaus nicht etwa Symptom grösserer Masspräzision, wie es der variable Fehler sein kann; der konstante Fehler hat mit der Unterschiedsempfindlichkeit nichts zu thun und die zahlenmässige Grösse der Veränderung entbehrt für uns vorläufig überhaupt einer wirklichen Erklärung; es genügt zu erkennen, dass jene bedeutende Veränderung der Grössenschätzung notwendig eine Funktion der kleinen Bewegungsveränderung ist. Ja, wenn selbst der Unterschied gerade im entgegengesetzten Sinn stattfände was schliesslich nicht mehr und nicht weniger verständlich wäre als die thatsächlich vorliegende Erscheinung, so würde auch damit nichts von der neuen Bestätigung geschmälert werden, in wie hohem Mass die Fehler der Grössenschätzung von den kleinsten Variationen der vollführten oder intendierten Muskelthätigkeit abhängig sind.

Das successive Schätzen als solches zeigt seinen Einfluss durchweg in dem Sinne, dass die gegebene und nach der Verdeckung nur im Erinnerungsbild bewahrte Grösse nach kurzem Intervall wesentlich überschätzt, die Vergleichsdistanz daher zu gross eingestellt wird. Freilich die Durchschnittsprozentzahlen erweisen sich dabei als recht unzureichend, da die Schwankungen um jenes Mittel sehr beträchtlich sind. Besonders scheinen die kleineren Distanzen in der Erinnerung weit stärker überschätzt zu werden als die grösseren, so dass z. B. bei linker Raumlage die durchgängige Neigung, die linke Distanz zu klein zu machen, nur bei den geringeren Grössen von der Tendenz, die Vergleichsdistanzen zu gross einzustellen, ausgeglichen und übertroffen wird, bei den grösseren Distanzen aber ihr Uebergewicht im negativen Fehler anzeigt. Der positive Fehler nähert sich dabei schliesslich dem Nullpunkt und würde bei ungewohnt grossen Distanzen zweifellos in negativen Fehler umschlagen. Freilich haben die Bezeichnungen grosser und kleiner Distanzen nicht nur ihren absoluten Wert, der sich an der Anstrengung

der Augenmuskeln messen lässt, sondern auch ihren relativen, der auf der Einübung bestimmter Innervationsimpulse beruht, wie es in ähnlicher Weise neuerdings G. E. Müller für die Schätzung gehobener Gewichte aufs genaueste nachgewiesen hat. Wenn man lange experimentell mit Grössen von 10 bis 20 mm arbeitet, so erscheinen 100 mm plötzlich so gross, dass Schätzungsfehler fast regelmässig eintreten, während die Fehler bei 100 mm gerade den entgegengesetzten Wert annehmen, wenn etwa lange mit Distanzen von ungefähr 200 mm Versuche angestellt wurden.

Der Einfluss des Zeitintervalls stellt sich sowohl bei Nebeneinander- wie bei Aufeinanderliegen der Distanzen so dar, dass er für 3 Sekunden grösser ist als für 1 oder 10 Sekunden. Dem entspricht nun in auffallender Weise die Selbstwahrnehmung. Ich hatte das Gefühl, als wenn ich nach 1 Sekunde die Vergleichsdistanz — ebenso wie beim sogenannten simultanen Schätzen, das ja in Wirklichkeit auch auf schneller Seccesion beruht — noch direkt an der Normaldistanz abmesse, nach 3 und 10 Sekunden aber mir das Bild der Normaldistanz erst im Gedächtnis reproduziere, und zwar ist nach 3 Sekunden die Reproduktion eben erst vergrössert im Bewusstsein aufgetaucht, während nach 10 Sekunden sie schon von Beurteilung durch Erfahrungsmotive im Sinne einer Verkleinerung umgemodelt wird. — Wird die Distanz (Tab. 23) aus ganz freier Erinnerung eingestellt, so zeigt sich wieder, dass die relativ kleinen Distanzen im Gedächtnis vergrössert, die grossen eher verkleinert werden.

Bezüglich der Schätzung von Linien u. s. w. kann ich mich zum Teil keiner Uebereinstimmung mit den bisher angenommenen Ansichten erfreuen. Gleich die ersten Versuchsreihen (Tab. 24) widersprechen der gewöhnlichen Annahme, dass eine Linie für grösser gehalten würde als eine gleich grosse Punktdistanz. Die bekannte, in den Büchern unter den optischen Täuschungen oft reproduzierte Linie,

deren eine Hälfte gefüllt, die andere leer ist, hat auch für mich den gewünschten Erfolg, dass die ausgefüllte Linie grösser erscheint; ich habe aber entschieden den Eindruck, dass diese Täuschung darauf beruht, dass wir nicht einfach die eine Hälfte mit der andern vergleichen, sondern die Linie als Ganzes betrachten und durch Erfahrungsmotive geleitet werden, die gefüllte Hälfte mehr zu beachten, ihr gleichsam mehr Gewicht beizulegen als der leeren. Sobald wir zwischen beide ein Intervall einschieben, so dass die Vorstellung des aus beiden Hälften gebildeten Ganzen schwindet, so ist die Täuschung aufgehoben, und besonders bei den grösseren Distanzen, bei denen die Augenbewegung nicht nur wirksam sondern auch fühlbar wird, ergeben die Resultate keinen Unterschied von der Vergleichung zweier Punktdistanzen. Im Gegenteil bei den grossen Werten scheinen die Punktdistanzen entschieden gegenüber den Linien überschätzt zu werden, was wohl daher kommt, dass wir bei Ausmessung von Punktentfernungen beide Punkte wirklich in den Blickpunkt bringen und daher grössere anstrengendere Bewegungen machen als bei Linien, bei deren Ausmessung es uns, weil die Linie im indirekten Sehfeld deutlicher ist als ein Punkt, meist schon genügt, den grösseren Teil der Linie mit dem Blick direkt zu verfolgen, den anderen Teil aber nach dem indirekten Bild zu beurteilen.

In völliger Uebereinstimmung mit früheren Untersuchungen befinde ich mich dagegen bei der Schätzung geteilter, also nicht glatter, sondern intermittierender Linien, die bei mir durch je fünf bis zehn breite Punkte in verschiedenen Zwischenräumen repräsentiert waren. Hier fand sich sowohl bei bewegten wie bei fixierten Augen eine erhebliche Ueberschätzung der geteilten Linien in beiden Raumlagen. Der Unterschied zwischen der Schätzung bei Bewegung und bei Fixation entspricht völlig den schon früher bei Punktdistanzen gewonnenen Erfahrungen. Es kommt nämlich zu dem bei Augenbewegung erhaltenen Resultat für die fixierten Augen

ein erheblicher positiver Fehler auf der rechten, ein negativer auf der linken Seite hinzu, wenngleich dieser letztere im Durchschnitt nicht imstande ist, den positiven Fehler auszugleichen, der durch die Ueberschätzung der geteilten Linie entsteht.

Vergleiche ich zwei Linien miteinander (Tab. 27), so kommt gegenüber den Werten von Punktvergleichung hier rechts wie links ein negativer Fehler von etwa 7 % hinzu, also rechts und links wird die Vergleichslinie um 7 % der Normallinie überschätzt. Die Erklärung scheint mir auf der schon erwähnten Thatsache zu beruhen, dass wir nur bei Punktdistanzen die Blicklinie wirklich über die ganze Strecke bewegen, bei Linien dagegen das indirekte Sehen zu Hilfe nehmen; da wir nun bei der Vergleichung stets von der gegebenen zu der nachzumachenden Linie mit den Augen übergehen, die erstere viel flüchtiger als die letztere betrachten, eigentlich unsere Aufmerksamkeit nur dieser zuwenden, um jene nur als Korrekturmittel auf Momente zu betrachten, so werden wir wohl die Normallinie zum grossen Teil indirekt, also mit geringeren Augenbewegungen betrachten, für die Vergleichslinie aber ausgiebige Messungsbewegungen anstellen, deren grössere Anstrengungsempfindung der Ueberschätzung entsprechen würde.

Tabelle 28—34 umfasst solche Versuche, in denen horizontale Strecken mit vertikalen verglichen werden, derart, dass die Horizontale gegeben war und die Vertikale eingestellt werden musste. Da zeigt sich denn, dass die allgemeine Annahme, senkrechte Distanzen würden überschätzt gegenüber horizontalen, nur beim Zusammentreffen von drei Bedingungen richtig ist. Es müssen nämlich erstens Punktdistanzen sein, zweitens muss die Vertikale den rechten Winkel zur Horizontalen nach oben hin bilden und drittens müssen beide Augen sich frei bewegen. Die Tabellen 28 und 29, in denen diese Bedingungen zutreffen und die vertikalen

Vergleichsdistanzen in der That um 5 bis 9 % zu klein gemacht sind, beweisen übrigens aufs neue, dass es einen merkbaren, hier 2 % betragenden Unterschied ausmacht, ob die Vergleichsgrössen durch ein Intervall getrennt sind, so dass sie einzeln aufgefasst werden, oder ob sie aneinander stossen und so gemeinsam als Rechteck aufgefasst werden, für dessen Beurteilung sich sofort Hilfslinien und andere Erfahrungsmotive mit entscheidendem Einfluss vordrängen. Die Ursache für die Ueberschätzung der Vertikalen suchte man darin, dass zur Hebung und Senkung an jedem Augapfel zwei Muskelpaare mitwirken müssen, während die Aus- und Einwärtsdrehung durch ein Muskelpaar besorgt wird, also geringere Anstrengung erfordert. Nicht weniger aber, glaube ich, ist daneben zu berücksichtigen, dass wir das Gefühl der Blickhebung auch in den Weichteilen der Orbita, durch Optikuszerrung, wie Purkinje bemerkt, und ganz besonders im Augenlid wahrnehmen. Es sind ganz ähnliche Empfindungen wie bei der Hebung eines anderen Organs, gleich als wenn die Schwerkraft bei der Augenhebung überwunden werden müsste, obgleich es sich ja thatsächlich nur um Rollung handelt; die Erweiterung der Lidspalte, die Anstrengung des Augenlidhebers stört uns eben, während die Senkung des Blicks Behagen verursacht, zumal sie der gewohnteren Stellung entspricht. Dass diese Momente bei der Ueberschätzung der Vertikalen ebenso wichtig wie die Augenmuskelarbeit, beweist mir Tabelle 32, dergemäss die Ueberschätzung der Vertikalen sich in eine Unterschätzung derselben umwandelt, sobald der rechte Winkel statt nach oben jetzt nach unten gekehrt ist.

Dass natürlich die Augenbewegungen im angedeuteten Sinn ebenfalls mitwirken, ergeben die interessanten Daten von Tabelle 30, wo beide Augen im Eckpunkt des nach oben gewandten rechten Winkels fixiert sind und nun die Ueberschätzung der Vertikalen gänzlich verschwindet. Fixiert nur ein Auge, das rechte, den rechten Eckpunkt, das linke

den linken, so bestätigt sich wieder die früher besprochene Ueberschätzung der gleichseitig gelegenen Distanz.

Vergleiche ich horizontale und vertikale Linien mit einander, so tritt die Ueberschätzung der Vertikalen nur bei geringen Grössen ein, und nur auf solche allein bezogen sich wohl die Versuche von Helmholtz und Wundt; bei grösseren Distanzen muss ich das Umgekehrte konstatieren. Bei der Schätzung von zwei vertikalen Distanzen schliesslich bestätigte Tabelle 36 die erwähnte Erfahrung, dass Blickhebung anstrengender als Blicksenkung, indem die obere Distanz zu klein, die untere zu gross gemacht wurde, wenigstens in den grösseren Distanzen, während bei den kleineren sich keine deutliche Tendenz zeigt. Lagen die vertikalen Distanzen nebeneinander, so war ziemlich jeder konstante Fehler vermieden, was sich schon in der unmittelbaren Wahrnehmung als Resultat von unwillkürlich ergänzten Hilfslinien ergibt; indem wir selbst bei grosser Entfernung, wie ich sie zwischen den Vertikalen einschob, durch Augenbewegungen die Spitzen oben verbinden, empfinden wir sehr genau, ob die dadurch entstehenden Winkel oben rechte sind oder nicht und korrigieren danach unsere Einstellung.

Ich unterlasse es, diese gelegentlichen Randbemerkungen zu den Zahlergebnissen in bestimmten Gesetzformulierungen zu verallgemeinern oder gar für die einzelnen Bedingungen das sich kreuzende Zusammenwirken verschiedener Faktoren auf komplizierten mathematischen Ausdruck zu bringen. Dahin aber lässt sich die Betrachtung der konstanten Fehler wohl ohne Widerspruch resumieren, dass unsere Grössenschätzung mittels des Auges zahlreichen Fehlerursachen unterliegt, von denen der eine Teil schon beim normalen Augengebrauch vorhanden ist, so dass seine Wirkungen durch andere Korrektionsmittel, wie Nichtbeachtung, Handbewegung, empirische Kenntnisse u. s. w. in der Erfahrung beseitigt werden, während der andere Teil überhaupt erst durch künstliche Bedingungen erzeugt werden kann. Beide Arten der

Fehler haben aber gemein, dass sie durchweg in Beziehung zu wirklichen oder beabsichtigten Augenbewegungen stehen, und somit die funktionelle Bedeutung der letzteren für die Grössenbeurteilung durch die Fehlervariationen so zahlreiche Bestätigungen erfährt, dass eine Erklärung der Grössenauffassung mit sekundärer Berücksichtigung oder gar völliger Vernachlässigung der Bewegungen den Thatsachen entschieden widerspricht.

Der reine variable Fehler gibt uns die mittlere Schwankung der Vergleichswerte um ihren Durchschnittswert an; da ich, wie geschildert, die Einzelwerte nach der Methode der eben verkennbaren Unterschiede einstellte und gleichmässig bald von grösseren, bald von kleineren Werten ausging, so unterliegt es keinem Zweifel, dass der natürlich vorzeichenlose mittlere Fehler den eben untermerklichen Unterschied und somit die Unterschiedsschwelle, d. h. den reciproken Wert der Unterschiedsempfindlichkeit angibt. Wir können an ihn eine doppelte Frage knüpfen. Erstens stehen wir vor dem oft erörterten Problem, ob er dem Weberschen Gesetz entspricht, d. h. ob sein Prozentwert trotz der verschiedenen Grösse der Objekte konstant bleibt, und zweitens in welcher Weise er von den Variationen der Bedingungen beeinflusst wird oder ob er auch absolut konstante Bedeutung habe, eine Frage, die meist weniger beachtet wurde als die erste.

Wir betrachten zunächst jene zweite Frage nach der Grösse des mittleren Fehlers, und stossen hier sofort auf ein bemerkenswertes Resultat, den grundsätzlichen Unterschied nämlich zwischen dem variablen Fehler bei Augenbewegung und dem bei fixiertem Blick. Während bei sämtlichen simultanen Schätzungsversuchen mit bewegten Augen der mittlere Fehler zwischen 1,1 % und 2,3 % schwankt, bewegt er sich bei sämtlichen Fixierversuchen zwischen 3,7 % und 4,9 %, beträgt also bei letzteren durchschnittlich 2,6 % mehr. Nichts spricht eindringlicher

dafür, dass alle Grössenschätzung nur Intensitätsschätzung der Muskelempfindungen ist, denn nichts ist klarer, als dass dann die wirklich ausgeführten Bewegungen ein präziseres Schätzungsmaterial darbieten als die nur in der Erinnerung reproduzierten Empfindungen bei fixierendem Auge. Wenn wirklich andere Motive für die Grössenschätzung massgebend wären, bliebe es doch ganz unerklärlich, dass so regelmässig der Ausschluss der Bewegungen einen so starken Zuwachs des mittleren Fehlers herbeiführt.

Wir sehen ferner die Unterschiedsempfindlichkeit für monokulare Schätzung geringer als für binokulare, für vertikale Distanzen etwas grösser als für horizontale, für Vergleichung ungleichartiger Objekte etwas kleiner als für gleichartige und für Linien vielleicht etwas feiner als für Punkte. Eine wesentliche Vergrösserung des mittleren Fehlers sehen wir infolge des Zeitintervalls eintreten und zwar, ungleich dem Verhältnis des konstanten Vergrösserungsfehlers, hier direkt, wenn auch nicht proportional, mit der Grösse des Intervalls wachsen, sowohl bei nebeneinander wie bei aufeinander liegenden Grössen. Zwischen letzteren ist aber dennoch ein beträchtlicher Unterschied. Wenn die Grössen sich decken, so ist ja die Bewegungsempfindung bei Einstellung der Vergleichsdistanz derjenigen bei der Durchmessung der Normaldistanz viel ähnlicher, als wenn auch noch die Wendung der Augen von rechts nach links dazukommt; so ist es vom Standpunkt der Bewegungstheorie selbstverständlich, dass die Feinheit der Einstellung im ersteren Falle viel grösser ist. Dass sich schliesslich der grösste mittlere Fehler, 6,4 % bei der Einstellung aus freiem Gedächtnis ergab, erklärt sich daraus, dass hier nicht nur die beim direkten und successiven Sehen massgebenden Augenbewegungen fehlen, sondern auch die für die fixierten Augen so wertvolle Auslösung reproduzierter Bewegungsempfindungen durch Erregung der entsprechenden Netzhautstellen wegfällt; die Neuerweckung der Bewegungsempfindung kann hier nur von derjenigen Grössen-

vorstellung ausgelöst werden, die mit der Zahlvorstellung associiert ist, und wird somit einen unzuverlässigen Massstab bieten.

Es erübrigt nur noch die Frage nach der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes. Müssen wirklich die Grössen 10, 20, 30 . . . 200 mm um stets relativ gleiche Grössen wachsen, damit die Unterschiedsschwelle erreicht wird, oder hat der nötige Zuwachs eine absolute Grösse oder folgt er anderen Gesetzen, etwa einem Periodizitätsgesetz, oder ist die notwendige Vergrösserung regellos? Meine Auffassung geht dahin: auf keinen Fall besteht irgend ein kompliziertes Gesetz, von einem periodischen Wachsen und Sinken kann gar nicht die Rede sein. Wenn auch in den mittleren, vom gewöhnlichen Sehen bevorzugten Grenzen die Feinheit etwas wächst, der Schwellenwert also ein wenig sinkt, so überwiegt doch im allgemeinen das gleichmässige proportionale Wachsen des mittleren Fehlers, abgesehen natürlich von Fällen fixierten Sehens, wo durch die steigende Undeutlichkeit des Sehens mit der Netzhautperipherie die Fehlerkurve bei den grösseren Werten oft steiler ansteigt. Erhebliche Schwankungen um die proportional ansteigende gerade Linie sind nun allerdings nicht zu leugnen, aber erstens ist nicht zu übersehen, dass dieselben sich bei meinen Reihen von je zwanzig Grössen natürlich viel deutlicher zeigen müssen als in den üblichen Reihen von sechs bis acht Grössen, und dass ferner es doch in gewissem Sinne willkürlich wäre, eine bestimmte Grenze für die mittlere Abweichung anzugeben, unter welcher der variable Fehler dem Weberschen Gesetz entspricht, während ihre Ueberschreitung das Webersche Gesetz als ungültig erweist. Wenn (Tabelle 1) bei einem Wachsen der Objekte von 10 bis 200 mm die durchschnittliche Unterschiedsschwelle 1,7 % beträgt und die mittlere Schwankung um dieselbe bei zwanzig Werten nur 0,3 %, also den sechsten Teil ausmacht, so kann man wohl von einer für die Empirie ausreichenden Gültigkeit des Weberschen Gesetzes sprechen. Dass die

Schwankungen um den prozentischen Durchschnittsschwellenwert zunehmen mit der Komplikation der experimentellen Bedingungen, wie bei monokularem fixierten Sehen u. s. w., ist selbstverständlich; interessant ist aber, wie bei Benutzung beider Augen die Einstellung auf die mittlere Unterschiedsschwelle um so genauer stattzufinden scheint, je grösser der konstante Fehler. Das Webersche Gesetz gilt also nicht am wenigsten unter solchen Bedingungen, unter denen sein Einfluss völlig unmerkbar ist, so lange der konstante Fehler unberücksichtigt gelassen wird. Gerade aber der Umstand, dass die dem allgemeinen Gesetz der Intensitätsschätzung entsprechende Formel nicht nur da annähernd passt, wo es sich um normales Sehen handelt, wo daher Erfahrungsmotive und zweckmässige Gewohnheiten in Frage kommen, sondern überall dort, wo überhaupt Augenbewegungen stattfinden, wenn auch unter den ungewöhnlichsten und die Grössenschätzung völlig täuschenden Bedingungen, gerade das scheint mir dafür zu sprechen, dass man auch im Augenmassgebiet vom Weberschen Gesetz nur in Bezug auf Empfindungsintensitäten sprechen kann; nach allem aber, was der konstante Fehler uns gelehrt, ist es kein Zweifel, dass diese intensiv verschiedenen Empfindungen lediglich Bewegungsempfindungen der Augenmuskeln sind.

Raumsinn des Ohres.

I.

Dass wir von einem Raumsinn des Ohres sprechen dürfen, ist zweifellos. Wenn wir unter dem Raumsinn der Haut die Fähigkeit zu verstehen gewohnt sind, vermöge derer wir jeder Druck- und Berührungsempfindung einen bestimmten Raumwert beilegen, den Eindruck also lokalisieren; wenn wir ebenso unter Raumsinn des Auges das Vermögen begreifen, jeden Lichteindruck auf bestimmte Stellen im Raum zu beziehen: so wird der Raumsinn des Ohres die Fähigkeit sein, akustische Wahrnehmungen, Schalleindrücke zu lokalisieren. Nun ist es bekannt, dass wir — gleichviel mit welcher Genauigkeit — im stande sind zu unterscheiden, ob ein Schall von rechts oder von links, von oben oder von unten, von vorn oder von hinten, von nah oder von fern kommt, ja dass wir relativ kleine Ortsverschiebungen der Schallquelle unterscheiden; die Bedingungen für die Annahme eines Raumsinnes sind also auch für das Ohr thatsächlich vorhanden.

Doch die psychologischen Untersuchungen, ganz unabhängig von jeder erkenntnistheoretischen Prüfung des Raumes, haben uns längst gelehrt, dass auch für Haut und Auge nicht schlechthin von dem objektiven Raum gesprochen werden darf, in welchen die Eindrücke verlegt werden; dass, gleichviel welches die absoluten Bedingungen unserer Raumanschauungen sein mögen, thatsächlich unser Tastraum und unser Gesichtsraum subjektiv selbständig entstehen können und sich

zunächst durchaus nicht decken. Die bekannten Erfahrungen an operierten Blindgeborenen, ja die einfachsten Distanzvergleichungen mit Hand und Auge und vieles ähnliche, alles beweist, wie die Raumvorstellungen beider Sinne selbständige Bedeutung besitzen und nur die normale gleichzeitige Entwicklung beider Raumanschauungen vom ersten Atemzug an dahinführt und führen muss, dass beide sich vollständig verkoppeln, an jeder Stelle ein Sinn für den anderen eintreten kann und wir die Aussagen beider Sinne auch subjektiv auf denselben Raum beziehen.

Gerade diese Erfahrungen aber müssen uns davor warnen, dem Raumsinn unseres Ohres irgendwie theoretisch eine andere, weniger selbständige Stellung anzuweisen, wie es meist geschieht. So beginnt Wundt beispielsweise die Behandlung der Lokalisation unserer Gehörsvorstellungen mit den Worten: „Unsere Schallvorstellungen empfangen ihre räumliche Beziehung erst vermöge der Existenz eines Tast- oder Gesichtsbildes der Aussenwelt, in welches sie eingetragen werden“, und dieser Grundgedanke findet sich in den meisten psychologischen und physiologischen Darstellungen bestätigt. Soll damit gesagt sein, dass in der einheitlichen Raumanschauung des normal entwickelten Menschen die Tast- und Gesichtsdaten über die Gehörsdaten das Uebergewicht haben, so dass wir thatsächlich die Gehörseindrücke in den Gesichtsraum verlegen, so ist es vollkommen zutreffend; dann müssen wir aber zufügen, dass ebenso wieder die Gesichtserregungen in unserer Raumvorstellung einflussreicher sind als die Tastempfindungen, wir also mit annähernd demselben Rechte behaupten könnten, dass die Tastvorstellungen ihre räumliche Beziehung erst vermöge der Existenz eines Gesichtsbildes erhalten, in welches sie eingetragen werden. Wir sind aber zum einen genau so wenig berechtigt wie zum anderen, wenn wir damit nicht das praktische Verhalten des geistig entwickelten erwachsenen Menschen charakterisieren, sondern theoretisch uns die Entstehung der Raumanschauung ver-

gegenwärtigen wollen. Dann werden wir vielmehr zugeben müssen, dass mit demselben Recht, mit dem wir von einem Gesichtsraum und einem Tastraum sprechen, wir auch von einem Gehörsraum sprechen können und müssen.

Dass bei dem entwickelten Menschen die Daten der verschiedenen Raumsinne verschmelzen und bei dieser Verschmelzung die des Ohres verhältnismässig am wenigsten zur Geltung kommen, das darf uns nicht darüber täuschen, dass theoretisch der Gehörsraum genau denselben selbständigen Wert besitzt wie Tastraum und Gesichtsraum. Es ist durchaus keine so fernliegende Fiktion, einen Blindgeborenen sich vorzustellen, dessen Körperoberfläche anästhetisch ist; der betreffende würde eine vollständige Raumanschauung auf Grund seiner Gehörseindrücke erlangen und müsste, wenn er den Tastsinn späterhin dazu erlangt, seine Tasteindrücke erst langsam in den Gehörsraum einzutragen lernen. Sogar für den normalen Blindgeborenen wird die Raumanschauung vielleicht von den Schalleindrücken nicht weniger beeinflusst als von den Tasteindrücken, da der Gehörsraum, ähnlich wie der Gesichtsraum, in gewissem Sinn dem Tastraum weit überlegen ist, insofern durch Wahrnehmung der Schallrichtung und Schallentfernung jeder Raumpunkt fern wie nah uns mit dem Ohre feststellbar wird, während die Kenntnis des Tastraums nur auf die vom Körper berührten Punkte beschränkt bleibt. Der Blinde ordnet zum grossen Teil seine Tasteindrücke in den Gehörsraum ein, und wer beobachtet, wie exakt und sicher sich Kinder im Alter von wenigen Monaten mit dem Kopf nach der Schallquelle drehen zu einer Zeit, in welcher sie nur ganz unsicher nach Gegenständen greifen können, der wird nicht zweifeln, dass auch beim normalen vollsinnigen Menschen die Lokalisationen des Gehörs einen weit grösseren Beitrag zur allmählichen Ausbildung der einheitlichen Raumvorstellung darbieten als wie wir mit fertiger Raumvorstellung, bei welcher in der That Gesichts- und Tasteindrücke vorwiegen, für gewöhnlich anzunehmen geneigt sind.

Erkennen wir aber die Existenz das psychologisch wie erkenntnistheoretisch so vernachlässigten Gehörraumes an, so werden eine Reihe von Fragen unser Interesse beanspruchen. Vor allem, was wissen wir vom Raumsinn des Ohres in Beziehung auf sein Unterscheidungsvermögen? Wie verhält sich der Raumsinn des Ohres bezüglich Genauigkeit zu dem des Auges und der Haut? Wie kommt die Lokalisation der Gehörseindrücke überhaupt zu stande? An welche physiologischen Vorgänge ist sie gebunden? Wir müssen zunächst über den Stand der Frage Rechenschaft ablegen.

Die Zahl der einschlägigen Experimentaluntersuchungen ist nicht gross. Ich übergehe dabei die älteren Arbeiten von Weber, Schmidekam, Rayleigh u. a., über welche bei Wundt [1]) berichtet ist. Die Ausbeute ist nicht gross; von Thatsachen erfahren wir eigentlich nur, dass Geräusche besser lokalisiert werden als Töne, dass vorne und hinten leichter verwechselt wird als rechts und links, dass eine umgekehrt vorgesetzte künstliche Ohrmuschel den von hinten kommenden Schall scheinbar nach vorn verlegen kann und dass vor allem der Verschluss eines Ohres die Richtungsunterscheidung beeinträchtigt, ja zum Teil aufhebt. So viel ich sehe, wären zu den von Wundt zusammengestellten Arbeiten Nachträge nach drei Richtungen zu machen, erstens die Untersuchungen von v. Kries und Auerbach über die Zeitdauer der Lokalisation, zweitens die von Tarchanoff, Rogdestwenski, Urbantschitsch u. a. über Lokalisation symmetrischer Schalleindrücke, und vor allem die neuen Untersuchungen von Preyer, Schäfer und Arnheim über Unterscheidung der Schallrichtung. Insofern letztere Arbeiten darauf ausgehen, die halbzirkelförmigen Kanäle als Organe für den Raumsinn in Anspruch zu nehmen, müssen wir im Anschluss daran uns umsehen, zu welchem Punkt heute die Untersuchungen über die Funktion der Bogengänge geführt haben.

---

[1]) Wundt, Physiologische Psychologie. Bd. II.[3] S. 81.

Die zuerst erwähnte Arbeit [1]) gelangt im Verfolg anderer psychophysischer Probleme zu der Fragestellung, wie die Schallreaktionszeit — als Reiz diente ein zwischen zwei Elektroden überspringender Funke — sich verändert, wenn ein Urteil über die räumliche Lage der Schallquelle eingeschoben wird. Die Verschiebungen fanden auf einem Kreise statt, dessen Centrum der Kopf, und dessen Radius mehr als einen halben Meter betrug; die beiden Schallorte, zwischen denen entschieden werden sollte, waren stets symmetrisch zur Medianebene, und, wenn wir unter Divergenzwinkel den Winkel verstehen, welcher an der Nasenwurzel von den nach den beiden symmetrischen Schallstellen gezogenen Linien gebildet wird, so wurden Divergenzwinkel von 120°, 35°, 26° und 11° untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Unterscheidungszeit zunimmt, sobald der Divergenzwinkel kleiner wird; für 11° dauert sie etwa dreimal so lange als für 120°, und zwar erfolgt die Zunahme um so schneller, je kleiner der Divergenzwinkel schon ist. v. Kries neigt dabei der Ansicht zu, dass die Lokalisation auf einem Vergleich der Schallintensität in den beiden Ohren beruht. Er sagt, der in den Reaktionsvorgang eingeschobene Prozess besteht aus „Schätzung der Schallintensität auf dem einen und dem anderen Ohr, Beurteilung des Verhältnisses dieser beiden Intensitäten, Schluss aus diesem Verhältnis auf die Lage der Schallquelle“.

Theoretisch noch interessanter ist das von Tarchanoff [2]) zuerst studierte, von seinem Schüler Rogdestwenski [3]) weiter verfolgte, und unabhängig von ihnen durch Urbantschitsch [4]) mannigfach variierte Phänomen, dass gleiche gleichzeitige Schallerregung in beiden Ohren zu einer Schallwahrnehmung

[1]) v. Kries u. Auerbach, Archiv f. Anatom. u. Physiol. 1877. S. 329.

[2]) Tarchanoff, St. Petersburger med. Wochenschrift. 1878. Nr. 43.

[3]) Rogdestwensky, Ueber die Lokalisation der Gehörsempfindungen. Diss. 1887.

[4]) Urbantschitsch, Zur Lehre von der Schallempfindung. Pflügers Arch. Bd. 24. S. 579.

führt, die nicht in die beiden Seiten oder in die beiden Ohren, sondern genau in die Medianebene lokalisiert wird. So fand Tarchanoff, dass wenn Telephone an beide Ohren gehalten und intermittierende Ströme hindurchgeleitet werden, dass dann der Ton genau in die Medianebene verlegt wird und bei kleinsten Intensitätsdifferenzen sich aus derselben verschiebt. Rogdestwenski vermochte dadurch, dass er die genau symmetrischen Schalleinwirkungen aus verschiedener Höhe kommen liess, das subjektive Bild in Kopf, Brust und Bauch hervorzurufen. Aus seinen weiteren Experimenten wäre noch zu entnehmen, dass, wenn die hintere Fläche der Ohrmuschel mit weichem Kautschukstoff bekleidet wird, die Lokalisationsfähigkeit für die von hinten kommenden Eindrücke stark herabgesetzt ist, während sie für die Töne vorn normal bleibt. Des weiteren erscheinen ihm die verschiedenen Stellen des Trommelfells für die Lokalisation verschiedenwertig, insofern die von den Unebenheiten der Ohrmuschel reflektierten Schallstrahlen je nach der Richtung der Quelle verschiedene Stellen der Membran treffen und eben dadurch auf verschiedene Raumpunkte bezogen werden. Urbantschitsch, welcher mit zahlreichen Personen experimentierte, konnte für jenes Phänomen der Schallverlegung in die Medianebene zahlreiche individuelle Verschiedenheiten feststellen. Unter denjenigen, welche den binotisch, durch einen T-förmigen Schlauch zugeleiteten Ton wirklich in der Medianebene des Kopfes wahrnehmen, verlegen ihn die einen in die Scheitel- oder Stirngegend, andere in die Occipitalgegend, manche sogar in Nase oder Pharynx. Nicht wenige Personen haben neben diesem medianen noch zwei parietale Hörfelder für denselben Ton. Wenn während der binotischen Zuleitung eines Tones oder Geräusches einer der beiden Auskultationsschläuche allmählich mehr und mehr komprimiert wird, so rückt das Hörfeld gegen das andere Ohr und begibt sich bei vollständigem Verschluss der einen Zuleitungsröhre ganz in das andere Ohr hinein.

Die Preyer-Schäfersche Untersuchung [1]) ist zweifellos die eingehendste experimentelle Arbeit auf dem in Rede stehenden Gebiete. Das Ziel der an 17 Personen angestellten Versuche war, unsere Fähigkeit für Perception der Schallrichtung zu prüfen, speziell welche Irrtümer und Verwechselungen dabei vorkommen. Es wurde aus starren Drähten eine Kopfhaube angefertigt, von der nach 26 verschiedenen Richtungen Drahtstrahlen ausliefen und zwar drei primäre, zu einander senkrechte Achsen, dann sechs sekundäre Achsen, von denen je zwei in den durch die primären Achsen bestimmten, zu einander senkrechten Ebenen liegen und sich rechtwinklig schneiden, und vier tertiäre Achsen, deren jede auf drei der sekundären Achsen senkrecht steht. An den 26 Endpunkten dieser 13 Achsen wurde nun das kurze Geräusch des Kriki erzeugt und die Versuchsperson musste mit geschlossenen Augen die Richtung angeben. Würde die Schätzung vom Zufall abhängen, so dürfte in höchstens 4 % der Fälle richtig geraten werden, thatsächlich liefern ungefähr 30 % ein genau richtiges Resultat. Die richtigen Fälle und ebenso die Verwechselungen verteilen sich nun aber in sehr ungleicher Weise, worüber Preyers Tabellen genaueste Auskunft erteilen. So ist unter mehreren tausend Versuchen nicht ein einziges Mal ein von links kommender Schall nach rechts verlegt worden oder umgekehrt, ebenso wird bei aufmerksamem Experimentieren ein seitlicher Schalleindruck nie in die Medianebene verlegt oder umgekehrt. Es ergibt sich ferner, dass die Verwechselungen, welche in der Medianebene stattfinden, in ziemlich derselben Häufigkeit in der linken und in der rechten Kopfhälfte beobachtet wurden. Einige Richtungen werden nie verwechselt (z. B. unten und vorn, unten und vorn-oben, vorn und hinten-unten); manche werden häufiger verwechselt als richtig beurteilt (so wird vorn

[1]) Preyer, Die Wahrnehmung der Schallrichtung mittels der Bogengänge. Pflügers Arch. Bd. 40. S. 586.

öfter für vorn-oben als für vorn gehalten, hinten öfter für hinten-oben, hinten-unten-links öfter für hinten-links oder hinten-oben-links u. s. w.).

Auf Preyers Anregung wurde die Untersuchung von F. Arnheim [1]) ergänzt. Er fand unter sonst genau gleichen Bedingungen, dass wenn beide Ohren verschlossen werden, der Prozentsatz der richtigen Fälle auf 19 sinkt; noch stärker aber ist der Abfall in der richtigen Beurteilung von rechts und links und den sich an diese anschliessenden Richtungen, während die Urteile in der Medianebene nach Verschluss beider Ohren ziemlich dieselben sind wie vorher. Bei einseitig geschlossenen Ohren beträgt die Gesamtzahl der richtigen Urteile 22 %; gleichzeitig besteht eine entschiedene Neigung, Gehörseindrücke nach der Seite des offenen Ohres zu verlegen.

Die Preyersche Theorie geht nun dahin, dass es die Bogengänge sind, welche die Erkennung der Richtung ermöglichen. Es ist, nach Preyer, „die spezifische Energie der Ampullennerven, ein mit Schall verbundenes Raumgefühl zu geben, und zwar ein Richtungsgefühl. Die Art dieses Eindrucks ist verschieden, je nach der Richtung, aus welcher der Schall herkommt, und wird durch diesen bestimmt, indem die einzelnen Schallrichtungen, welche überhaupt erkannt werden können, immer einen Bogengang oder ein Bogengangpaar stärker als die anderen treffen müssen." Alle die Schallrichtungen, denen annähernd gleiches Erregungsstärkeverhältnis der Ampullennerven entspricht, müssen dann besonders häufig verwechselt werden, was seine Tabellen in der That bestätigen. Ist ein Ohr verschlossen, so wird der Schall deshalb auf die andere Seite verlegt, weil die Erregung der Ampullennerven dann auf jener Seite stark überwiegt. Der horizontale Bogengang links wird am stärksten erregt bei

[1]) Arnheim, Beiträge zur Theorie von Schallempfindungen mittels der Bogengänge. Diss. 1887.

der Schallrichtung von links in der horizontalen Ebene, der hintere Bogengang links am stärksten bei den von hinten und hinten-unten kommenden Schalleindrücken, welche die linke Kopfhälfte mehr als die rechte treffen u. s. w. Wird angenommen, dass jeder Reiz alle sechs Bogengänge erregt, und die Erregung schwach, mittelstark oder stark ist, so lässt sich natürlich für jede der 26 Richtungen das Verhältnis berechnen; beispielsweise wenn der Schall von vorn-unten-rechts kommt, so werden die drei linken Bogengänge schwach, und rechts der horizontale stark, die beiden anderen mittelstark erregt. „Wenn man, meint Preyer, erwägt, dass bei derartiger Erregung einer Ampulle durch Erschütterung der Flüssigkeit nur des ihr zugehörigen Bogenganges eine andere Schallempfindung bei gleicher Stärke, Tonhöhe und Klangfarbe, als bei Erregung einer anderen Ampulle entstehen muss, da es ja andere Nervenfasern sind, die erregt werden, so wird man diese Verschiedenheit nicht anders denn als eine räumliche bezeichnen können.“

So unpsychologisch diese Fassung der Hypothese auch sein mag, kein Zweifel, dass sie ein naheliegendes Vorurteil für sich hat, denn niemand wird bestreiten, dass die Festsetzung einer Beziehung zwischen dem Raumsinn des Ohres und den drei aufeinander senkrechten, vom Gehörsnerv versorgten, die ganze Wirbeltierreihe charakterisierenden Bogengängen auf den ersten Blick am natürlichsten erscheint. Und dennoch wird niemand eine Hypothese acceptieren, welche in dieser Form den Ergebnissen mühsamer, von den verschiedensten Seiten unternommener Experimente widerspricht, ohne sich mit ihnen auch nur mit einem Wort auseinanderzusetzen. Unzählige Beobachtungen über Zerstörung der Bogengänge und abnorme Reizung derselben liegt vor uns, und Preyers Hypothese zeigt nicht den geringsten Ausweg, seine Vermutung mit den beobachteten Thatsachen bei Bogengangreizung und Bogengangverletzung in Einklang zu bringen. Eine unbewiesene Hypothese kann niemals Thatsachen weg-

räumen, am wenigsten eine Hypothese, welche in ihrem psychologischen Teil so ganz unhaltbar ist.

Wir müssen uns zunächst nun jene Thatsachen vergegenwärtigen, die bezüglich der Bogengänge festgestellt wurden. Bekanntlich war es Flourens, der zuerst die drehenden und schüttelnden Kopfbewegungen beobachtete, welche nach Verletzung der Bogengänge aufzutreten pflegen. Nach mannigfachen Bestätigungen und Variationen der Versuche, die vornehmlich an Tauben, Fröschen und Kaninchen ausgeführt wurden, stellte Goltz auf Grund seiner Experimente eine Hypothese auf, welche die Thatsachen von ganz neuem Gesichtspunkt aus ordnete; Goltz nahm an, dass die halbzirkelförmigen Kanäle Sinnesapparate für die Wahrnehmung der Stellungen und Bewegungen des Kopfes seien. Die Bewegungen, welche bei Reizung und Verletzung der Bogengänge beobachtet werden, und für die vor allem charakteristisch ist, dass sie in der Ebene des verletzten Kanals erfolgen, sie würden reflektorisch von diesem Sinnesapparat ausgelöst sein; und zwar spricht alles dafür, das Reflexcentrum im Kleinhirn zu suchen. Es würde zu weit abführen, weiter zu verfolgen, wie sich die von Goltz angeregte Diskussion im einzelnen gestaltete; Hekatomben von Tauben wurden ihr geopfert. Es war nicht schwer nachzuweisen, dass bei den meisten dieser Operationen das Kleinhirn mitaffiziert war und ebenso die Erscheinungen des Drehschwindels, der in besonderem Mass nun auf die Erregungen der Bogengänge bezogen wurde, auch nach Durchschneidung des Hörnerven an Tieren noch beobachtet werden konnten. Der Zurückführung der Bewegungen auf subjektive Gehörseindrücke konnte mit Recht entgegengehalten werden, dass die Verletzungen der Schnecke niemals zu Bewegungsstörungen führen. Und wenn Cyon gar die sensiblen Erregungen in den Bogengängen für die qualitätslose reine Raumanschauung hält, deren Schema dann erst von Gesichts- und anderen Sinneseindrücken ausgefüllt wird, so bemerkt Wundt mit

Recht, dass diese Hypothese voraussetzt, was sie erklären sollte. Eine allseitig befriedigende Erklärung sämtlicher Phänomene ist mithin bisher nicht geboten; das wirklich feststehende Thatsächliche, das auf Kleinhirnverletzung und derlei nicht mehr zurückgeführt werden kann und allen Einwänden der bisherigen Diskussion durch die Versuchsmethode entzogen ist, scheint mir die neueste Arbeit von Breuer [1]) zu bieten. Breuer gelang es, bei Tauben Reizversuche an frei präparierten, aber völlig unverletzten Ampullen anzustellen, so dass von einer Mitverletzung des Gehirns nicht die Rede sein kann. Die Reize waren teils thermisch, etwa ein Tröpfchen Eiswasser, teils elektrisch, wobei als Elektroden feinste vergoldete Nähnadeln dienten, teils mechanisch. Es stellte sich dabei als unzweifelhaft heraus, dass von jedem Bogengang aus Kopfbewegungen in der Ebene des betreffenden Ganges ausgelöst werden. Wird ein Kanal durch Flachschnitt eröffnet und die Endolymphe durch ein Streifchen Fliesspapier ausgesaugt, so finden ebenfalls Bewegungen statt und zwar derart, dass die Richtung der Endolymphströmung die Richtung der Kopfbewegung bestimmt.

II.

Jede Theorie, welche die Lokalisation der Gehörsempfindung und die Funktion der Bogengänge erklären will, muss zwei Gruppen von Thatsachen berücksichtigen. Erstens steht, wie Preyer bewiesen hat, fest, dass zwischen den durch Schall von bestimmter Richtung hervorgerufenen Erregungen des Labyrinths und den Lokalisationen der Schallempfindungen insofern ein Parallelismus besteht, als die Sicherheit der Schalllokalisierung zunimmt mit der Verschiedenheit der entsprechenden Bogengangerregungen; am sichersten werden die-

[1]) Breuer, Neue Versuche an den Ohrbogengängen. Pflügers Archiv Bd. 44. S. 139.

jenigen Richtungen unterschieden, bei denen die Haupterregung in ganz verschiedenen Bogengängen abläuft, und diejenigen Schallrichtungen, bei denen die gleichen Erregungsverhältnisse in den Kanälen physikalisch anzunehmen sind, werden leicht mit einander verwechselt. Es ist damit ein Kausalzusammenhang zwischen den physischen und psychischen Erscheinungen, zwischen Labyrintherregung und Schalleindruck noch nicht bewiesen; er wird aber um so wahrscheinlicher, wenn wir daran denken, dass es der Gehörsnerv ist, welcher das Labyrinth versorgt, dass die Bogengänge sich aus dem Gehörsbläschen entwickelt haben, dass die Bogengänge phylogenetisch viel früher auftreten als die Schnecke, und dass Defekt am Labyrinth bei Taubstummen gefunden wurde.

Diese Wahrscheinlichkeit würde zur Gewissheit werden, wenn wir uns überzeugen könnten, dass unsere thatsächliche Lokalisationsfähigkeit von keinem anderen Organ geleistet werden kann und dass andererseits das Labyrinth keine Funktion besitzt, welche mit der Erregbarkeit durch Schalleindrücke unvereinbar wäre. Selbstverständlich liegt aber auch in der Anerkennung solchen Kausalzusammenhanges noch durchaus kein Urteil über das psychische Zustandekommen jener räumlichen Verlegung; ob das, was die Schallerregung in den Bogengängen auslöst, wirklich, wie Preyer meint, ein „Richtungsgefühl“ ist, oder ob es eine Schallempfindung oder ob es ein ganz anders geartetes subjektives Hilfsmittel der Lokalisation ist, das ist eine davon in gewissem Sinn unabhängige Frage.

Der zweite Thatsachenkomplex, den jede Theorie wird berücksichtigen müssen, besteht darin, dass die experimentelle Reizung der Bogengänge bei den verschiedensten Wirbeltieren Kopfbewegungen hervorruft. Dass es sich dabei wirklich um direkte Erfolge der Labyrinthreizung und nicht etwa um sekundäre Wirkungen von einer zum Kleinhirn fortschleichenden Neuritis, oder um Effekte unbeabsichtigter Zer-

störung von benachbarten Gebieten handelt, das geht am klarsten daraus hervor, dass die Bewegungen in der Ebene des gereizten Bogenganges erfolgen, von jedem Bogengang aus also andere motorische Wirkungen erzielt werden, bei Ausströmungsversuchen der Bewegungsimpuls sogar das Ausströmen der Endolymphe nicht überdauert.

Die von der Theorie nothwendig zu berücksichtigenden Thatsachen sind damit abgegrenzt, alles übrige ist entweder nicht sicher festgestellt oder gehört in ein ganz anderes Gebiet. Besonders unter dem letzteren Gesichtspunkt werden wir sehr vieles von unseren theoretischen Betrachtungen zurückweisen müssen, ohne es deshalb für minder wichtig zu halten. In der That haben ja die etwa fünfzig Originalarbeiten, welche durch die Versuche von Flourens und die Theorie von Goltz angeregt wurden, unendlich mehr physiologisch wertvolles Material beigebracht als bloss die eine Thatsache der Kopfbewegung bei Kanalreizung; die Resultate gehören aber zum grössten Teil in Gebiete, welche mit der direkten Funktion des Labyrinths nichts zu thun haben oder wenigstens keine unbedingt positiven Aufschlüsse über dieselbe enthalten. So ist es ja überaus wertvoll, dass, um nur die neueste Untersuchung zu erwähnen, Ewald die Bewegungsvariationen nach operativem Eingriff in die Bogengänge bei Schwalben, Sperlingen, Tauben, Raben, Hühnern und Gänsen verglich, also bei Tieren, welche bezüglich Fliegen, Hüpfen, Gehen, Schwimmen und Stehen so sehr verschiedene körperliche Bedingungen aufweisen; und wenn er in der That nach Bogengangsverletzung den verschiedenen statischen Verhältnissen parallel auch höchst verschiedene motorische Störungen nachweisen konnte, so wird das Ergebnis der Untersuchung keinenfalls dadurch beeinträchtigt, dass wir auch hieraus nichts entscheidendes über die Bogengangsfunktion erfahren. Das Wertvolle der Untersuchung liegt darin, dass wir sehen, wie derselbe, zunächst unbekannte Faktor unter differenten statischen Verhältnissen so hoch-

gradig abweichende Resultate herbeiführt, das Moment der statischen Bedingungen somit als ausschlaggebend bei jeder Untersuchung von Bewegungsstörungen festgestellt ist. Ob dieser experimentell durch Eingriff in die Bogengänge herbeigeführte Faktor nun aber durch Verletzung des Labyrinths oder, was für jenes Resultat unwesentlich, für uns aber entscheidend wäre, durch Nebenverletzungen in die Bewegungskoordination eingreift, ob die motorischen Veränderungen, welche nicht, wie bei Reizung sofort, sondern frühestens eine Stunde nachher untersucht wurden, wirklich auf Reizung oder auf Hemmung beruhen, ob psychophysisch Störungen der Gleichgewichtsempfindung oder abnorme Schallempfindungen oder veränderte Empfindungen der vollzogenen Bewegung oder abnorme Bewegungsimpulse oder eine der vielen sonstigen Möglichkeiten vorliegt, das lässt sich bei so vieldeutigem Versuch nicht entscheiden, und keine der möglichen Lösungen wird einer Theorie als Gegenbeweis entgegengehalten werden dürfen.

Nach drei Richtungen vor allem muss das überreiche Material gesichtet werden. Wir müssen uns erstens darüber klar sein, dass nur direkte motorische Wirkungen bei Reizung positive Beweise für den Zusammenhang der Bogengänge mit bestimmten Funktionen bringen, dass dagegen alle Störungen der Bewegung, welche einige Zeit nach der Verletzung beobachtet werden, zum Teil Hemmungen darstellen, zum grössten Teil auf Nebenverletzungen, Blutungen und sekundären Fortpflanzungen des Zerstörungsprozesses zum Gehirn hin beruhen, und dass überdies die wirklich direkt hervorgerufenen Störungen psychophysisch sehr verschieden erklärt werden können. Wir müssen uns zweitens nicht verhehlen, dass die so oft behauptete Uebereinstimmung der tierischen Bewegungen nach Bogengangverletzung einerseits und nach Rotation auf der Drehscheibe andererseits thatsächlich auf eine oberflächliche Aehnlichkeit beschränkt ist, welche überdies sich auf ein Stadium des Experimentes bezieht, in

welchem sekundäre Veränderungen im Kleinhirn infolge der Labyrinthoperation eingetreten zu sein pflegen. Die Annahme, dass der Drehschwindel und die Verletzung der Bogengänge dieselben objektiven Erscheinungen herbeiführen, ist durchaus unhaltbar; die daraus abgeleitete Voraussetzung, dass die Bogengänge ein Organ für die Wahrnehmung der Kopfbewegungen sei, verliert somit völlig ihre Begründung. Und drittens müssen wir uns vor der Auffassung hüten, als wäre die passive Bewegungsänderung des Körpers, Winkelbeschleunigung und Kopflage, durch die normalen bekannten Sinnesorgane nicht wahrnehmbar, die Beziehung des Labyrinths zu diesen thatsächlich vorhandenen sensorischen Leistungen somit eine unabweisbare Hypothese. Die unter Preyers Einfluss entstandene schöne Arbeit von Schäfer über die Wahrnehmung eigener passiver Bewegungen durch den Muskelsinn [1]) bringt nicht nur in Umrissen, sondern unter genauer Berücksichtigung aller Einzelheiten den überzeugenden Nachweis, dass nichts uns nötigt, die Bewegungswahrnehmung als Funktion der Bogengänge zu denken.

Es bleiben somit immer nur die zwei Thatsachen, einmal die Uebereinstimmung zwischen den objektiven Verhältnissen der Bogengangerregung bei Schalleindrücken von verschiedener Richtung und der subjektiven Fähigkeit, die Schallrichtungen zu unterscheiden, und zweitens die Auslösung bestimmter Kopfbewegungen durch Reizung einzelner Bogengänge, und zwar meistens Bewegungen in der Ebene des gereizten Kanals. Die erstere Beobachtung drängt zu der Annahme, dass die Lokalisation der Schallempfindungen eine Funktion der Bogengänge sei; die zweite enthält die Aussage, dass Reizung der Bogengänge bestimmte Kopfbewegungen hervorruft. Das eine scheint dem anderen zu widersprechen; thatsächlich aber — und das ist bisher wegen unzureichender Analyse der Gehörraum-

---

[1]) Schäfer, In Pflügers Archiv. Bd. 41. S. 566.

vorstellung völlig verkannt — sind es nur die beiden Seiten eines und desselben Vorgangs. Eine Lokalisation der Schalleindrücke wäre einfach unmöglich, wenn nicht jeder Schall, je nach der Richtung, aus der er kommt, mittelst bestimmter Bogengangerregung eine bestimmte Kopfbewegung hervorrufen würde, welche, auf demselben Weg wie jede Bewegung, durch Muskelempfindung zur Wahrnehmung gelangt. Erst indem so jede Schallrichtung mit bestimmter Bewegung verbunden ist, jede Schallempfindung, der Schallrichtung entsprechend, mit bestimmter Bewegungsempfindung associert ist, erst dadurch entsteht der Gehörraum. Die verschiedenen durch Bogengangreizung auslösbaren Kopfbewegungen rufen mittelst des Muskelsinns dasjenige dreifach mannigfaltige System von Bewegungsempfindungen hervor, welches die Grundlage unseres Gehörraumes bildet, so wie die Bewegungsempfindungen der Augenmuskeln die Grundlage des Gesichtsraumes, die Empfindungen der Gliederbewegung die Grundlage des Tastraumes bilden. Einen Schall lokalisieren, heisst, die Empfindung derjenigen reflektorischen Kopfbewegung, welche notwendig ist, um sich der Schallquelle zuzuwenden, einordnen in das gesamte System der Kopfbewegungsempfindungen.

In der That wurde die Schalllokalisation mittelst der Kanäle und die Beziehung der Kanäle zu Kopfbewegungen bisher entweder als einander widersprechend angesehen oder eines vom anderen ganz losgerissen; dass sie sich notwendig wechselseitig ergänzen, das erste ohne das zweite gar keinen Sinn hat, musste dabei gänzlich übersehen werden. Die beiden Thatsachen für unvereinbar zu halten und daher eine von beiden zu bestreiten oder zu ignorieren, war der gewöhnlichere Weg. So hat nach Preyer, der ja am energischsten die Bogengänge für die Lokalisation fordert, das Labyrinth überhaupt nichts mit Kopfbewegungen zu thun. Seine, von

Schäfer ausgeführte Theorie, welche die Zwangsbewegungen operierter Tiere auf Kleinhirnverletzungen u. s. w. zurückführt, berücksichtigt nun aber nur die Veränderungen, welche einige Zeit nach der Operation eintreten und, wie wir sahen, vieldeutig sind. Die unzweifelhaften charakteristischen Bewegungen, welche unmittelbar bei direkter mechanischer. thermischer, elektrischer Reizung bestimmter Bogengänge eintreten, bleiben dabei ganz unberücksichtigt. Dieselben müssen natürlich unberücksichtigt bleiben, so lange man, wie Schäfer, Kopfbewegungen nur als Kompensationen gestörten Gleichgewichts auffasst; zugeben, dass Kanalreizung Kopfbewegungen auslöst, bedeutet nämlich dann ja soviel als annehmen, dass die Bogengänge Sinnesorgane für Gleichgewicht und passive Bewegungen sind. Da die Erregung eines Organs unmöglich zwei ganz verschiedene sensorische Vorgänge, die Schallrichtungsempfindung und die Gleichgewichtsempfindung hervorrufen kann, so fordert die Lokalisationstheorie in dieser Form, dass die Bewegungen in direkter Folge der Labyrinthreizung unberücksichtigt bleiben.

Andererseits existiert für die konsequente Gleichgewichtstheorie nun nicht der geringste Zusammenhang zwischen Labyrinth und Schalllokalisation. Das Intensitätsverhältnis der Schallempfindungen in beiden Ohren, die Tastempfindungen der Ohrmuschel, eventuell auch Empfindungen in den verschiedenen Teilen des Trommelfells sollen uns über die Richtung der Schallquelle orientieren und die Lokalisation soll dabei derart erfolgen, dass der Raumvorstellung des Gehörs überhaupt keine eigene Grundlage gelassen wird, die Gehörseindrücke vielmehr auf Grund jener Schätzungen an bestimmte Stellen des Gesichtsraums verlegt werden.

Selbstverständlich konnte es, bei der nahen anatomischen Beziehung des Labyrinths zum Gehörapparat, nicht an Versuchen fehlen, auch bei Anerkennung der Kopfbewegungen nach Bogengangreizung, den Bogengängen eine akustische Funktion zuzuschreiben. So leiteten Vulpian u. a. die Be-

wegungen von heftigen Erregungen des Gehörsnerven ab; es ist klar, dass damit weder der Zusammenhang zwischen Labyrinth und Schalllokalisation aufrecht erhalten ist, noch erklärt ist, weshalb die Bewegungen gerade in der Ebene des gereizten Bogenganges erfolgen. Es müssten dieselben Bewegungen bei Reizung der Schnecke eintreten, was bekanntlich nicht der Fall ist und es müsste immer noch erst eine Erklärung für die Wahrnehmung der Schallrichtung gesucht werden. Erheblich tiefer dringt die Theorie von Anna Tomaszewicz [1]), welche die Lokalisation der Schallempfindung als Funktion der Bogengänge festhält und die Kopfbewegungen als Reaktionen des Tieres, gegenüber dem lokalisierten Gehörsreiz auffasst. Der Schall soll je nach der Richtung, aus der er kommt, bald den einen, bald einen anderen Bogengang maximal erregen, und diese Verschiedenheit der Bogengangerregung soll als Verschiedenheit der Schallrichtung wahrgenommen werden.

„Wird der Ampullarnerv bei Durchschneidung eines Bogenganges, durch Zerrung, Bluterguss u. s. w. gereizt, so ist für das Tier die natürliche Folge davon eine heftige Gehörsempfindung, die je nach dem durchschnittenen Gang in einer bestimmten Richtung nach aussen projiziert wird.“ „Ich denke mir,“ fährt Tomaszewicz fort, „diese Empfindung analog derjenigen des Lichtes, nur überwältigend, weil stark und ungewöhnlich. Ebenso wie das Bewusstsein jede Lichtempfindung in bestimmter Richtung nach aussen projiziert, auch wenn nicht der spezifische Vorgang, sondern ein beliebiger anderer Reiz der Erreger war, könnte es möglicherweise auch die Schallempfindungen im Raume lokalisieren. Das an den Bogengängen operierte Tier hört dann eine tönende Gewalt, welche von irgend einer Stelle der Umgebung auf seinen Kopf losstürmt und um so ergreifender

---

[1]) Tomaszewicz, Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths. Zürich 1877.

ist, als das Tier in der Vorstellung den Schmerz der Wunde wahrscheinlich damit in Zusammenhang bringt." Das Tier reagiert nun auf diese stürmischen Schallempfindungen durch Kopfbewegungen, „welche den Charakter von Abwehr haben und das Wesen der Empfindung bringt es mit sich, dass diese Bewegungen in der Ebene der verletzten Gänge geschehen."

Wenn Wundt dieser Theorie entgegenhält, es sei niemals zu beobachten, dass durch Geräusche fortwährende Pendelbewegungen des Kopfes in der entsprechenden Richtung entstehen, so halte ich diesen Einwand gegen die Tomaszewiczsche Auffassung nicht für schlagend, denn, wenn wirklich die Bogengänge normalerweise lokalisierte Schallempfindungen anregen, so muss selbstverständlich bei experimenteller Zerstörung etwa der beiderseitigen horizontalen Kanäle eine Reizung entstehen, wie sie physiologisch nie vorkommt, also eine so bedeutende Menge Eindrücke von beiden Seiten auf das Tier einwirken, dass die Bewegungen mit den gewöhnlichen Geräuschreaktionen nicht verglichen werden können. Wenn wir abwechselnd bald rechts, bald links vom Kopf eines Kindes eine Glocken läuten lassen, so wendet sich der Kopf abwechselnd bald nach rechts, bald nach links. Es wäre unter der Voraussetzung jener Theorie sehr wohl denkbar, dass der operative Eingriff am Tier Verhältnisse setzt, welche gewissermassen automatisch ein solches rhythmisches Abwechseln der Gehörsreize erzeugen. Wenn die beiden Bogengänge verletzt sind, so wird in irgend einem Moment der Reiz der einen Seite überwiegen; führt das Tier dann die von jener Seite angeregte Kopfbewegung aus, so wird durch die Drehung der anderen Kopfseite die dortige Wunde neu erregt, die Endolymphe vielleicht stärker austreten, kurz die Reizung der entgegengesetzten Seite wird so überwiegen, dass sie jetzt die entsprechende Bewegung hervorruft. Dadurch würde wieder der Reiz an der ersten Seite verstärkt und so müsste es abwechselnd fortgehen.

Wenn ich trotzdem die Tomaszewiczsche Theorie durch die oben angedeutete Auffassung der Erscheinungen glaube bekämpfen zu müssen, so ist mir also nicht das Bedenken massgebend, dass lokalisierte Geräusche nicht die Reizbewegungen erzeugen könnten, sondern vor allem der Umstand, dass der Vorgang der Lokalisierung von jener Theorie ganz im Dunkeln gelassen wird und statt psychophysischer Erklärung lediglich eine Benennung gegeben wird, wie es für Tastraum und Gesichtsraum die Lokalzeichentheorien schon lange zu thun sich gewöhnt haben. Das, was die Theorie erklären sollte, wird gewissermassen als selbstverständlich vorausgesetzt; ist erst erkannt, dass die Bogengänge die Empfindung der Schallrichtung ermöglichen, so soll damit jede Schwierigkeit gehoben sein, ohne dass auch nur mit einem Wort die Frage gestreift wird, worin denn eigentlich diese Empfindung besteht, und wie aus der verschieden intensiven Reizung der sechs Bogengänge die Vorstellung von einer der unendlich vielen Raumrichtungen entstehen kann. Und andererseits ist nun nicht zu leugnen, dass jener Theorie zufolge der Zusammenhang zwischen Schalllokalisation und ausgelöster Bewegung ein ganz zufälliger ist, der eigentlich gar keine physiologische Bedeutung hat und erst unter den Bedingungen des Experimentes sich bildet.

Beides wird von meiner Annahme vermieden, Schalllokalisation und Bewegung treten in nächste Beziehung und durch die Bewegung gewinnt der Begriff der Lokalisation erst Inhalt. Während Tomaszewicz annimmt, dass die Erregung eines bestimmten Bogenganges direkt im Bewusstsein die Vorstellung einer bestimmten Schallrichtung auslöst und sekundär die Vorstellung eines aus bestimmter Richtung eindringenden Schalles eine Kopfbewegung in derjenigen Ebene hervorruft, in welcher der Schallstrahl liegt, löst, meiner Auffassung nach, die bestimmte Bogengangerregung durch den Schall primär eine Kopfbewegung aus, und die Verbindung der betreffenden Bewegungsempfindung mit

der Schallempfindung ist das, was wir Schalllokalisation nennen.

Mit ein paar Strichen muss ich die Grundlagen meiner Annahme näher charakterisieren. Jede Theorie der Schalllokalisation darf natürlich von der Thatsache ausgehen, dass solche Lokalisation existiert; sie wird fragen müssen, worin dieselbe besteht und wie sie zu stande kommt und wird schliesslich berücksichtigen, welche Bedeutung, welcher biologische Wert der betreffenden psychophysischen Einrichtung zukommt. Nun sind wir aber gerade von biologischen Problemen gewöhnt, dass eine Umkehrung in der Reihenfolge der Fragen sich für die Erkenntnis förderlich erweist. Die Einsicht in Zweck und Nutzen eines Vorgangs orientiert uns häufig aufs beste über sein Zustandekommen, denn so weit physische Prozesse beteiligt sind, ist doch nichts sicherer durch die Erfahrung belegt, als dass nur das Zweckmässige die biologischen Bedingungen zur phylogenetischen Entwicklung finden kann. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die erwähnte psychophysische Fähigkeit, so werden wir offenbar den physischen Vorgang dabei von den begleitenden psychischen Erscheinungen loslösen müssen; nur der erstere selbstverständlich darf naturwissenschaftlich interpretiert werden.

Die psychophysische Wahrnehmung der Schallrichtung besteht nun ihrem physischen Teil nach darin, dass unsere Gehirnerregung bei qualitativ und intensiv gleichbleibendem Schalleindruck doch sich verändert, sobald die Richtung des Schalles verändert wird. Die Verschiedenheit der Gehirnerregung ist natürlich selbst keine Verschiedenheit der Richtung; in ihr liegt zunächst also auch noch nichts von Raum und Raumbeziehung, wir wissen nur, dass jedes Geschöpf, welches Geräusche lokalisiert, die physische Eigentümlichkeit besitzt, bei Schallreizen, deren Richtung wechselt, wechselnde centrale Erregungen zu erfahren. Es muss also eine physische Einrichtung vorhanden sein, vermöge derer die Schall-

wellen auf das Gehirn des Geschöpfes anders wirken, wenn das Centrum der Schallwellenausbreitung sich im Raum verschiebt. Welchen Wert kann nun eine solche Einrichtung für die Erhaltung des Individuums haben? Wir dürfen dabei nur nicht vergessen, dass die biologische Bedeutung einer reizaufnehmenden Einrichtung niemals damit erschöpft sein kann, dass sie die Erregung der Aussenwelt in eine Gehirnerregung umsetzt. Das kann vielmehr immer nur der Anfang des Vorganges sein, ein Anfang, der für sich allein biologisch ganz wertlos wäre. Auge und Ohr wären für die Erhaltung des Organismus ganz überflüssig, wenn die durch sie aufgenommenen Reize nur zum Gehirn getragen würden und der Gehirnmechanismus nicht eben diese Erregungen in motorische Bahnen leiten würde, so dass Bewegungen entstehen, welche den Gesichts- und Gehörsreizen zweckmässig angepasst sind. Nur im Zusammenhang mit den resultierenden motorischen Effekten können wir eine sensorische Einrichtung biologisch würdigen; ob ich die Welt in mir widerspiegele, ist für meine Erhaltung gleichgültig, wenn ich nicht die Fähigkeit habe, auf jene Eindrücke zu reagieren.

In diesen Zusammenhang mit den Bewegungen gebracht, zeigt sich nun in der That jene, die Schallrichtung sondernde Organisation als überaus wichtig und wertvoll, vielleicht noch wichtiger, als die Unterscheidung von Tönen. Für das Tier muss ja, wenn es von seinen Schalleindrücken wirklich Beihilfe für seine zweckmässige Bewegungsregulation erhalten soll, die Unterscheidung der Schallgegend geradezu massgebend werden. Mag für das Tier noch so fest mit dem Schallreiz, den der überlegene Feind hervorbringt, die Innervation der Fluchtbewegung verbunden sein, die Organisation wäre unzweckmässig, wenn der Schall, gleichviel von welcher Richtung er kommt, stets dieselbe Bewegung auslösen würde; das gefährdete Tier würde vielleicht gerade in der Richtung des Feindes fliehen und ihm um so sicherer zum Opfer fallen. Und ebenso wird die Annäherungsbe-

wegung, welche der Schall des Beutetieres oder ein Lockruf anregt, geradezu ziellos und deshalb zwecklos sein, wenn die sensorische Erregung, gleichviel von welcher Seite der Schall kommt, stets dieselbe bleibt.

Die einfachste Erwägung führt aber weiter. Mit der blossen Thatsache, dass ein Schall von einem Ort aus das Gehirn anders beeinflusst als von einem andern, kann unter den komplizierten Bedingungen, unter denen das Wirbeltier lebt, der Erhaltung des Organismus nicht ausreichend gedient sein. Auf das Tier wirkt ja nicht nur ein einziger Schall, vor dem es stets flüchten, und ein zweiter, auf den hin es sich der Schallquelle stets nähern muss, sondern in ungezählter Mannigfaltigkeit vermag die Umgebung des Geschöpfes zur Schallquelle zu werden und immer wieder wird die ausgelöste Bewegung nur dann zweckmässig sein, wenn sie der besonderen Natur des schallaussendenden Reizes angepasst ist. Es genügt für das Tier also keinenfalls, wahrzunehmen, dass aus bestimmter Richtung irgend ein Schall kommt, sondern die Schallquelle muss sich von anderen unterscheiden, damit die zweckmässige Bewegung entsteht. Diese Unterscheidung kann nun auf verschiedenen Wegen möglich sein.

Erstens wird nämlich eine Schallquelle dann von einer mit ähnlichem Schall unterschieden werden, wenn das Objekt noch durch andere Sinne wahrgenommen wird, und da es sich bei dem Schall um Fernwirkung handelt, das Objekt also dem Tastsinn und Geschmacksinn zunächst unzugänglich ist, so wird nur Gesichtssinn und Geruchssinn in Frage kommen. Tritt das Objekt in den Fixierpunkt der Augen oder bietet es sich dem Geruchssinn günstig dar, so wird die Wahrnehmung kombiniert mit dem Schalleindruck hinreichender Reiz für Auslösung der zweckmässigen Bewegung sein. Nun ist sowohl für Gefühls- wie Geruchswahrnehmung die weitaus geeignetste Kopfstellung diejenige, bei welcher der Gegenstand sich in der Medianebene befindet. D i e V e r s c h i e d e n h e i t d e r G e h i r n e r r e g u n g b e i v e r s c h i e d e n e r S c h a l l-

richtung wird mithin nur dann biologisch nützlich sein, wenn jede solche Erregung zum Reiz für diejenige Kopfbewegung wird, durch welche der Kopf, d. h. das Auge und wahrscheinlich vor allem die Nase dem Reiz zugewendet wird. Vermag der Schall solche Bewegung auszulösen, so wird die Verschiedenheit der Erregung bei verschiedener Schallrichtung von allergrösster Bedeutung sein, denn es ist klar, dass eine solche Bewegung unmöglich wäre oder richtiger ein Ergebnis des Zufalls bliebe, wenn der qualitativ gleiche Schall aus jeder Richtung dieselbe Erregung erzeugen würde. Der durch das Gehirn führende Reflexbogen zwischen demjenigen Sinnesapparat, welcher bei wechselnder Schallrichtung wechselnd erregt wird, und den Muskeln, welche den Kopf jedesmal der Schallquelle zuwenden, ist somit ein eminent nützlicher Apparat, welcher sich phylogenetisch entwickeln musste, während umgekehrt jener Sinnesapparat ohne Zusammenhang mit solchem Reflexmechanismus so überflüssig wäre, dass seine Entwicklung biologisch unverständlich bliebe.

Aber noch ein zweiter Weg ist denkbar, auf dem die lokale Schallverschiedenheit dem Organismus nützlich werden könnte. Denken wir an die analogen Verhältnisse des Auges; der seitliche Netzhautreiz löst eine solche Augenbewegung aus, durch welche der Reiz auf den gelben Fleck, auf die Stelle des deutlichsten Sehens übergeführt wird, eine Einrichtung, deren Nutzen ohne weiteres ersichtlich ist. So müsste es denn doch dem Organismus auch wertvoll werden, wenn ein undeutlich wahrgenommener Schall den Kopf zu einer Bewegung veranlasst, durch die er in die Stellung deutlichsten Hörens für den betreffenden akustischen Reiz übergeführt wird; soweit die qualitative Beschaffenheit des Schalles überhaupt ausreicht, sich über die Gegenstände so zu orientieren, dass angepasste Bewegungen resultieren können, wird deutliches Hören dem Geschöpfe nützlicher sein als undeutliches. Voraussetzung freilich ist dabei, dass die Deutlichkeit

des Gehöreindrucks nicht nur von der Entfernung des Schalls und von centralen Bedingungen, sondern auch von der Richtung des Schalls in Beziehung auf den percipierenden Kopf abhängt. Letzteres aber kann nicht bestritten werden; vom Menschen können wir uns durch das einfachste Experiment überzeugen, dass, wenn beide Ohren gleich gut funktionieren, die beste Hörstellung die ist, bei der der Schall von vorne kommt und zu beiden Ohren gleichmässig stark dringt.

Wo äussere Hilfsapparate den Schall auffangen, können wir ihrer Anordnung ebenfalls entnehmen, dass sie am besten dann wirken müssen, wenn der Schall beiden Ohren gleichmässig zugeleitet wird, die günstigste Kopfstellung somit die in der Schallrichtung sein wird. Wir können schliessen, dass überhaupt, wo bilateral symmetrische Gehörsnervenausbreitungen vorliegen, der Effekt am stärksten sein wird, sobald die Schallquelle in der Richtung der Kopfmedianebene liegt. Auch dieser Ausgangspunkt führt uns zu demselben Ergebnis: der Uebergang vom undeutlichen zum biologisch so wertvollen deutlicheren Hören vollzieht sich mit Hilfe einer Kopfbewegung, welche die Medianebene in die Schallrichtung bringt. Die richtige Ausführung dieser Bewegung in jedem Falle wäre aber natürlich unmöglich, wenn der Schall nicht von verschiedenen Stellen im Raume das Gehirn verschieden erregen würde.

Es versteht sich von selbst, dass die beiden Wege nicht zufällig zum selben Ergebnis führen, dass nicht zufällig diejenige Bewegung, welche das deutlichste Hören ermöglicht, gleichzeitig diejenige ist, welche die Schallquelle in den Fixierpunkt der Augen und der Nase führt. In steter Wechselbeziehung musste sich das eine mit dem anderen entwickeln. Jedenfalls aber bieten die vorhandenen Geschöpfe einen Zustand dar, in dem der betreffende Reflexmechanismus schon vorgebildet ist und durch individuelle Uebung stetig vervollkommnet wird. Beim entwickelten Menschen dürfen wir derlei elementare Gehirnreflexe freilich nicht studieren. So wie wir

durchaus nicht mehr wie das Kind jeden intensiven seitlichen Netzhautreiz durch eine entsprechende Augenbewegung zum Punkte hin beantworten, sondern die meisten Impulse dieser Art bei uns durch Erfahrungsmotive central gehemmt werden, so wenden wir auch für gewöhnlich durchaus nicht den Kopf nach jedem seitlichen Schallreiz. Bei überraschenden Reizen, unerwarteten Geräuschen aber erfolgt auch bei uns noch die Bewegung und zwar längst, ehe wir uns überlegt, dass wir uns der Schallquelle zuwenden wollen. Vor allem aber zeigt das Tier wie das Kind die Funktion des Reflexbogens aufs deutlichste; pfeilschnell wendet das Reh den Kopf nach der Seite, von der ein Pfiff ertönt und das Kind wendet mit dem Kopf sich dem Sprechenden zu, lange ehe es von dem Gesprochenen etwas versteht. Wenn also, was feststeht, die Richtung des Schalls Einfluss auf die centripetale Gehirnerregung hat, so müssen wir zufügen, dass jeder solcher centripetalen Erregung eine bestimmte centrifugale Erregung durch vorgebildete Reflexbahnen zugesellt ist, eine Erregung der Kopfmuskeln, deren Kontraktion peripher eine Bewegungsempfindung auslöst. Mit jeder Schallerregung verbindet sich somit eine bestimmte Bewegungsempfindung, und in dem Masse, in welchem Verschiebungen der Schallquelle überhaupt wahrnehmbar sind, muss sich mit jeder räumlichen Veränderung des schallaussondernden Objektes die zu der Schallempfindung zugehörige Bewegungsempfindung verändern. Tritt die Bewegung selbst späterhin nicht mehr ein, weil sie, sei es von der Rinde aus, sei es wie meist von niederen Gehirncentren gehemmt wird, so muss die qualitativ gleiche Erinnerungsreproduktion der betreffenden früher wahrgenommenen Bewegungsempfindung durch Association an die Stelle der direkten Bewegungswahrnehmung treten. Für das entwickelte Geschöpf wird also, gleichviel ob die Bewegung wirklich ausgeführt wird oder nicht, mit jeder Schallempfindung die Empfindung derjenigen Bewegung verschmelzen, welche den Kopf in die Stellung deutlichsten Hörens, Sehens und Riechens,

überführt, d. h. welche den Kopf der Schallquelle zuwendet. Im Associeren dieser Kopfbewegungsempfindungen besteht nun das, was wir Lokalisieren des Schalles nennen.

Man wird einwenden, dass unmöglich das Lokalisieren erst in diesen Bewegungsempfindungen gesucht werden kann, da das Eintreten der bestimmten Bewegung ja eben doch schon eine Verschiedenheit der centripetalen Reizung und somit eine Verschiedenheit der Empfindung je nach dem Ort der Schallquelle zur Voraussetzung hat. Die Bewegung wäre somit erst das Ergebnis der Schalllokalisation, die aus der Bewegung resultierende Empfindung könne also nicht erst die Lokalisation constituieren. Aber selbst angenommen, dass wirklich jede bewegungsauslösende centripetale Erregung in jedem Falle von einer Empfindung begleitet sei, so würde in dieser Einwendung doch wieder derselbe logische Fehler stecken, der auch die Diskussion über den Raumsinn des Auges so sehr stets verwirrt hat. Hier wie dort übersieht man, dass, wenn ein Reiz von verschiedenen Stellen des Raumes aus verschiedene Empfindungen hervorruft, in dieser Verschiedenheit durchaus noch nicht die Empfindung des Räumlichen liegt. Immer und immer kann es sich da nur um eine qualitative Verschiedenheit handeln, die zwar durch die Raumlage des Reizes objektiv bedingt ist, die aber subjektiv auf den kontinuierlichen dreidimensionablen Raum nur von dem bezogen werden könnte, der diese Raumvorstellung schon besitzt; für sich allein wäre sie zur Bildung der Raumvorstellung vollkommen unzureichend, so sehr man sich auch durch das Wort Lokalzeichen darüber hinwegzutäuschen versucht. Es ist ja wahr, dass dieser Trugschluss, als wäre die räumlich bedingte Vorstellungsverschiedenheit selbst schon die Vorstellung des Raumes, sich für den Gehörsinn bisher viel weniger geltend machte als für den Gesichtssinn, weil es viel bequemer war, dem Gehör den selbständigen Raumsinn überhaupt abzusprechen. Wäre es so, wäre wirklich das Ohr ohne eigenen

Raumsinn, und entstände die Lokalisation der Gehörsempfindungen wirklich nur dadurch, dass die Verschiedenheit der akustischen Empfindungen durch Association oder Reflexion auf die Punkte des vorher fertigen Gesichtsraumes und Tastraumes bezogen würde, so wäre ja allerdings die qualitative Verschiedenheit der Empfindungen zur Erklärung ausreichend und das Problem, das sich hinter den Lokalzeichen verbirgt, ganz in das Gebiet des Gesichts- und Tastsinnes zurückgedrängt.

So ist es aber nicht. Das Ohr hat genau so selbständigen Raumsinn wie Auge und Haut, und mit der räumlich bedingten Verschiedenheit der akustischen Empfindungen ist die Bildung des subjektiven Gehörraums ebensowenig erklärt, als die Vorstellung des Gesichtsraums erklärt werden konnte, so lange man übersah, dass jede Reizung eines Netzhautpunktes reflektorisch den Impuls zu einer bestimmten Muskelkontraktion hervorrufen muss und in den so entstehenden Muskelempfindungen in der That die sich stetig verändernde subjektive Grundlage des stetigen Raumes sich bietet. Aber nicht nur die Stetigkeit des Raumes bleibt durch die räumlich bedingten Verschiedenheiten der akustischen Empfindungsqualitäten unerklärt, sondern mehr noch die Kongruenz der Raumteile, die dreidimensionable Ordnung des Raumes trotz der unendlichen Mannigfaltigkeit der Richtungen, die Scheidung zwischen Richtungsveränderung und Entfernungsveränderung, ja es käme nie zu der Vorstellung, dass nacheinander zwei verschiedene Geräusche von demselben Punkte ausgehen können. Vorausgesetzt also, dass wirklich der Schallreiz, wenn er von zwei verschiedenen Punkten des Raumes kommt, ausser dass er zwei verschiedene Kopfbewegungen hervorruft, auch jedesmal zwei qualitativ verschiedene Schallempfindungen anregt, so wäre mithin aus diesen Verschiedenheiten doch niemals die subjektive Raumvorstellung ableitbar, während in jenen Empfindungen verschiedener Kopfbewegung alle ihre Elemente enthalten sind.

Nun ist aber die ganze Voraussetzung irrig. Die räumlich gesonderten Schallreize können entsprechende Kopfbewegungen reflektorisch auslösen, ohne dass die eigentliche Schallempfindung sich verändert, so, wie umgekehrt selbstverständlich, qualitativ verschiedene Schallempfindungen, sobald die Schallquellen am selben Ort sind, dieselbe Kopfbewegung erzeugen. Diese Unabhängigkeit der Schallempfindung von demjenigen centripetalen Impuls, der die Kopfbewegung und dadurch die Raumprojektion des Schalles hervorruft, ist vielleicht durch nichts so sicher zu beweisen wie durch ein Experiment, das leicht nachzuahmen und geradezu zwingend ist. In diesem Experiment sehe ich einen Beweis meiner Theorie, der das ganze Problem aufs hellste erleuchtet. Der leicht zu wiederholende Versuch, den ich im Auge habe, ist wohl zuerst von Urbantschitsch veröffentlicht; Urbantschitsch hat die Tragweite desselben aber völlig übersehen, ist daher auch zu keinem wirklichen Verständnis der interessanten Thatsache vorgedrungen, und späterhin ist die Bedeutung des Versuchs für die Lokalisationsfrage ganz unbeachtet gelassen. Zum Verständnis desselben erinnere ich zuerst noch einmal an die Tarchanoffschen Versuche. Dieselben hatten ergeben, dass, wenn ein Schallreiz gleichzeitig zu beiden Ohren hingeführt wird, subjektiv die Schallquelle nicht auf beide Seiten, sondern in die Medianebene verlegt wird; wir glauben das Uhrticken nicht gleichzeitig rechts und links, sondern im Inneren unseres Kopfes zu hören. Die aufgestellte Theorie lässt das geradezu selbstverständlich erscheinen. Der Schall rechts regt die Bewegung nach rechts an, der Schall links die Bewegung nach links; es entsteht also gleichzeitig antagonistische Bewegungstendenz, durch welche wohl beiderseitige Spannung, aber keine Bewegung eintritt. In dem System von Spannungsempfindungen, welches die Vorstellung des Gehörraumes konstituiert, ist dem dadurch auftretenden Empfindungskomplex die Stelle vorgezeichnet. Da erfahrungsgemäss die gleichzeitigen gleichen Schalleindrücke beider Seiten auf eine ein-

zige Schallquelle bezogen werden, so muss sie dort gesucht werden, von wo aus ein einzelner Schallreiz auf beiden Seiten gleich starke antagonistische Spannungen hervorrufen kann; es liegt auf der Hand, dass nur in der Medianebene und in dieser nur im Inneren des Kopfes die Bedingungen dazu vorliegen. Diese bekannte Thatsache ist nun Voraussetzung zu folgendem überraschenden Versuch.

Das Ticken der Taschenuhr wird durch einen gegabelten Hörschlauch zuerst beiden Ohren gleichmässig zugeführt. Dann wird der eine Schenkel des Schlauches etwas zurückgezogen, bis das Ticken beispielsweise nur dem rechten Ohr vernehmbar erscheint und demnach beim Zudrücken des zum rechten Ohr führenden Schlauches überhaupt nicht zur Wahrnehmung gelangt. „Das Ticken der Uhr," so schildert Urbantschitsch in der früher besprochenen Arbeit den Versuch, „vernimmt das rechte Ohr sehr schwach, aber deutlich, gleichgültig, ob der dem andern Ohr zugehörige Schenkel komprimiert wird oder offen steht. Dagegen zeigt sich die Stelle, an welcher die Gehörswahrnehmung stattfindet, durch die Kompression des linken Zuleitungsschlauches auffällig beeinflusst. Das Uhrticken wird nämlich nur bei vollständigem Verschluss des linken Schlauches im rechten Ohr gehört; sobald man jedoch den linken Schlauch freilässt, rückt das Uhrticken anscheinend aus dem rechten Ohr heraus, ein wenig gegen die Mitte des Kopfes; es entsteht also ein subjektives Hörfeld, welches so lange den neuen Standpunkt behauptet, als der linke Hörschlauch offen bleibt. Mit dem Verschluss desselben wandert das subjektive Hörfeld wieder langsam gegen das rechte Ohr und tritt schliesslich in dieses ein. Eine derartige Verschiebung des Standortes nach Zudrücken oder Aufheben der Kompression vollzieht sich in 1 bis 3 Sekunden."

Was der Versuch uns lehrt, ist klar. Der Schallreiz der linken Seite ist zu schwach, um eine Schallempfindung auszulösen, und vermag dennoch die subjektive Lokalisation der

von rechts her zugeleiteten Schallempfindung so zu beeinflussen, als wäre auch links ein Schall hörbar. Hätte die Schallempfindung selbst ihr „Lokalzeichen", so müsste mit ihrem Erlöschen auch ihr Einfluss auf die räumliche Projizierung des übrigen Bewusstseinsinhaltes aufhören; da dieser aber thatsächlich fortdauert, so muss diejenige centripetale Erregung, welche uns als Schallempfindung bewusst wird, und diejenige Erregung, welche in uns die Vorstellung der Beziehung auf einen bestimmten Raumpunkt auslöst, nicht nur nicht identisch, sondern in gewissen Grenzen voneinander unabhängig sein. Für gewöhnlich fehlt uns die Möglichkeit, beides zu trennen. Wird uns ein akustischer Reiz zugeführt, so verbindet sich die Schallempfindung so fest mit der Raumempfindung, dass wir subjektiv nicht eins vom anderen lösen können. Und hört die Schallempfindung auf, so muss die Raumempfindung unserem Bewusstsein entschwinden, weil diese eben nur in Anlehnung an jene für uns Sinn gewinnt. Eine innere Beziehung zu bestimmten Punkten des Gehörraums, ohne dass von denselben wirklich Schall auszugehen scheint, können wir natürlich nicht gesondert wahrnehmen. Die einzige Möglichkeit wäre eben nur die, dass sich die Raumempfindung des einen Ohres mit der Schallempfindung des anderen Ohres verbindet, und diese einzige theoretische Möglichkeit ist durch jenes Experiment als wirklich vorhanden erwiesen.

Unserer Theorie zufolge beruht die Lokalisation des Schalls darauf, dass zu der Schallempfindung noch die Empfindung einer reflektorisch ausgelösten Kopfbewegung, resp. das betreffende Innervationsgefühl hinzukam. Der zu prüfende Einwand war der, dass wenn die objektive räumliche Veränderung der Schallquelle eine Veränderung der reflektorischen Kopfbewegungen und dadurch eine Veränderung der subjektiven Lokalisation zu erzeugen vermag, dass dann

jene reflexauslösende centripetale Erregung selbst auch je nach der Lage der Schallquelle verschieden sein muss; ist diese centripetale Erregung aber eben diejenige, welche die Schallempfindung erzeugt, so muss offenbar mit jeder objektiven Verschiebung der Schallquelle auch die Schallempfindung sich verändern, und diese Verschiedenheit der Schallempfindung könnte dann ja ihrerseits die Grundlage des vielleicht an den Gesichtsraum angelehnten Lokalisationsurteils sein. Der skizzierte Versuch lehrt, dass dieser Einwand falsch ist. Die Erregung, welche die Schallempfindung erzeugt, ist nicht identisch mit der, welche die Lokalisationsempfindung hervorruft; letztere Erregung besteht für sich und kann sich somit verändern, auch ohne dass die erstere sich verändert. Die Annahme, dass mit der Verschiebung der Schallquelle die reflektorisch ausgelöste Kopfbewegung sich verändert, lässt also vollkommen die Möglichkeit zu, dass trotzdem diejenige centripetale Erregung, welcher die Schallempfindung entspricht, unverändert bleibt, in ihr also keine Unterlage für ein Lokalisationsurteil zu finden ist.

Wir hätten uns demzufolge vorzustellen, dass in jenem Versuch die Schallquelle, obgleich sie zu schwach ist, um eine akustische Gehirnerregung zu erzeugen, doch stark genug ist, um denjenigen, davon unabhängigen Impuls zum Gehirn zu senden, auf welchen hin reflektorisch die Bewegung zur Schallquelle oder associativ die entsprechende Bewegungsempfindung erfolgt, welche dann ihrerseits die Lokalisation der von der anderen Seite kommenden Schallempfindung beeinflusst. Nur dadurch, dass Urbantschitsch das Lokalzeichen des Schalles keiner näheren psychologischen Analyse unterzog und somit an die Möglichkeit, dass es sich dabei um einen von der Schallempfindung relativ unabhängigen Bewusstseinsinhalt handelt, überhaupt nicht in Erwägung zog, kommt er zu der „Annahme, dass ausser der zur Wahrnehmung gelangten akustischen Empfindung am rechten Ohr auch am, linken Ohr eine akustische Empfindung vorhanden sein muss,

die anlässlich ihrer geringen Intensität vom linken Ohr nicht wahrgenommen wird, welche aber trotzdem bereits zweifellos als akustische Empfindung besteht, da sie nur als solche mit der Gehörsperception am anderen Ohr jene kombinierte akustische Erscheinung zu bilden vermag, welche sich als ein im Kopf gelagertes subjektives Hörfeld zu erkennen gibt." Wir müssen demgegenüber daran festhalten, dass eine akustische Empfindung, die nicht empfunden wird, auch nicht besteht, dass also die scheinbare Wanderung des Uhrtickens aus dem rechten Ohr zur Mittellinie des Kopfes nicht als Mischeindruck von gleichzeitig an beiden Ohren stattfindenden Gehörsempfindungen aufzufassen sei, sondern als Resultierende aus den beiderseitigen Lokalisationsimpulsen, deren Existenz von den akustischen Erregungen unabhängig ist.

Psychophysisch würde der Vorgang also der sein, dass die Schallwellen im Vorhof resp. in seiner schneckenförmigen Ausbuchtung diejenigen Erregungen erzeugen, welche, zum Gehirn fortgeleitet, die Schallempfindung hervorrufen; diese Erregungen sind von der objektiv räumlichen Lage der Schallquelle verhältnismässig unabhängig und die geringen Verschiedenheiten, die von dieser räumlichen Verschiebung der Schallquelle dennoch herrühren, werden als Qualitätsverschiedenheiten des Schalles aufgefasst, welche ohne direkte Beziehung zur subjektiven Richtungslokalisation stehen. Dieselben Luftwellen erzeugen aber ausserdem in den halbzirkelförmigen Ausbuchtungen des Ohres Erregungen, welche durchaus abhängig sind von der räumlichen Lage des Schallwellencentrums, eine Abhängigkeit, die aus der aufeinander senkrechten Lage der drei Kanalebenen leicht verständlich ist. Diese Erregungen erzeugen nun ihrerseits keinerlei Schallempfindung, sondern lösen im Centralorgan, wahrscheinlich im Kleinhirn, reflektorisch diejenigen Bewegungen des Kopfes und seiner Teile aus, welche wir aus biologischen Gründen als zweckmässig für die Erhaltung des Individuums gegenüber den schallerzeugenden Reizen erkannten. Diese

Bewegungen rufen Bewegungsempfindungen hervor und in diesen Empfindungen ist das System derjenigen Bewusstseinsinhalte gegeben, welche wir den Gehörsraum nennen. Jede einzelne Empfindung aus diesem System, mag sie durch die wirklich ausgeführte Bewegung hervorgerufen oder von früher ausgeführten her nur in der Erinnerung associiert werden, enthält somit die subjektive Beziehung zu einem bestimmten Punkte jenes Gehörraumes, und diese auf dem Wege der Reflexbahn von den Bogengängen her ausgelöste Empfindung verschmilzt so vollkommen mit der von der Schnecke aus angeregten Schallempfindung, dass dies „Lokalzeichen" als Teil des percipierten Schalles erscheint. Der Versuch lehrte, dass trotzdem der Schallreiz bei bestimmter geringer Intensität keine Schallerregung, wohl aber die Lokalzeichenerregung hervorrufen kann; die Bogengänge werden in diesem Fall erregt, die Schnecke nicht. Der Bewegungsimpuls auf dem Wege des Kleinhirnreflexes wird ausgelöst, ohne dass das akustische Gehirncentrum berührt wird; *genau so wie bei künstlicher Bogengangreizung am Tier Bewegungen, aber keinerlei Gehörsempfindungen hervorgerufen werden und dennoch die Bogengänge kein Sinnesorgan des Gleichgewichts, sondern lediglich das der Schalllokalisation sind. Den Schall lokalisieren heisst eben bestimmte Bewegungsempfindungen mit der Schallempfindung verbinden.*

III.

Aus doppeltem Interesse glaubte ich neue Versuche über die Lokalisation der Schallempfindungen anstellen zu sollen. Einmal lag mir daran, solche Versuche vorzunehmen, welche die Theorie der Schalllokalisation klarstellen könnten; es galt, die Anschauungen, mit denen ich an das Problem herantrat, zu bestätigen, zu ergänzen oder zu verwerfen. Zwei-

tens aber schien mir, von allen Erklärungsversuchen abgesehen, das empirische Material für die ganze Frage noch so lückenhaft, dass eine Ausfüllung dieser Lücken auch zu rein deskriptiven Zwecken in hohem Masse wünschenswert sein musste. Haben doch alle älteren Untersuchungen sich auf die Beantwortung der einen Frage beschränkt, welche Hauptrichtungen des Gehörraums richtig erkannt und welche verwechselt werden. Selbst Preyer, Schäfer und Arnheim haben in ihrer besprochenen Arbeit nur einzelne bestimmte Schallrichtungen geprüft und festgestellt, in wieviel Prozentfällen dieselben richtig oder falsch beurteilt werden. Viel näher liegend und für die empirische Untersuchung der Lokalisationsfähigkeit viel wichtiger als diese willkürlich herausgegriffene Frage ist nun aber offenbar das bisher ungeprüfte allgemeinere Problem: um wieviel Grad muss sich die Richtung eines Schalles verändern, damit die objektive Verschiebung der Schallquelle eben merkbar ist? Es müsste die eben merkbare Verschiebung des Schallwellencentrums in der Horizontalebene, in der vertikalen Frontalebene, in der vertikalen Medianebene, sowie in schräg liegenden Ebenen studiert werden, es müsste geprüft werden, wie dieser merkbare Verschiebungswinkel sich verändert, wenn ein Ohr ausgeschaltet ist oder wenn die Ohrmuscheln verdeckt sind oder wenn künstliche Ohrmuscheln zugefügt werden und vieles andere.

In dieser Richtung bewegten sich nun die Versuche, die ich im Sommer 1888 mit stud. math. Rothacker unternahm, Versuche, deren Resultate neben ihrem deskriptiven Wert auch nicht des erwähnten theoretischen Interesses entbehren. Bei sämtlichen Experimenten war Herr Rothacker die Versuchsperson, während ich stets den Versuch anstellte und protokollierte. Die Anordnung war folgende.

Als Schallquelle diente der zum Aufziehen bestimmte Knopf einer Taschenuhr, der, wenn er nach links gedreht wird, ein leise schnurrendes Geräusch erzeugt. Dieses Ge-

räusch wurde dreimal schnell hintereinander hervorgebracht, dann eine Sekunde Pause gemacht, und nun dasselbe Geräusch wieder dreimal an einer anderen Stelle erzeugt. War ein Unterschied noch nicht wahrnehmbar, so wurde eine Pause von etwa zehn Sekunden eingeschoben, die Uhr wieder auf den ersten Punkt zurückgebracht und nun die zweimal drei Geräusche von neuem, aber mit grösserer räumlicher Verschiebung der Schallquelle hergestellt. Und nun wurde so lange damit fortgefahren, bis die Versuchsperson angeben konnte, nach welcher Seite die Verschiebung stattfand.

Um der Untersuchung von vornherein gewisse Grenzen zu geben, beschränkten wir uns durchweg auf Verschiebungen der Schallquelle in den drei aufeinander senkrechten Hauptebenen. Betrachten wir als Mittelpunkt des Kopfes die Mitte der zwischen den beiden Trommelfellen gedachten Verbindungslinie, so betrug die Entfernung des Uhrknopfs vom Kopfmittelpunkt stets genau einen Meter, die Verschiebung fand also auf Kreisen statt, deren Radius ein Meter und deren Mittelpunkt im Kopf der Versuchsperson lag. Dieselbe sass mitten im Zimmer auf bequemem Stuhl, so dass die Augen in Primärstellung einen in Kopfhöhe angebrachten Fixierpunkt an der Wand festhielten. Während die Lokalisationsurteile selbstverständlich mit unbewegtem Kopf und mit geschlossenen Augen abgegeben werden mussten, wurden für den Fall, dass der Kopf sich unabsichtlich etwas gesenkt oder gedreht hätte, nach jedem Versuch die Augen geöffnet, um den Kopf mit Hilfe des Fixierpunktes stets gleich gerichtet zu halten.

Für den Horizontalkreis genügte nun folgende einfache Vorrichtung. Auf den Fussboden wurde mit Kreide ein in 16 gleiche Abschnitte geteilter Kreis gezeichnet, dessen Radius ein Meter und dessen Mittelpunkt diejenige Stelle, wo die vom Mittelpunkt des Kopfes gezogen gedachte Vertikale den Fussboden schneidet. Ein dreibeiniges Tischchen konnte nun bequem so im Zimmer verschoben werden, dass

zwei seiner Füsse stets den Kreidekreis berührten, und auf diesem Tische wurde von einem Retortenhalter ein horizontaler Centimetermassstab genau in der Höhe des Kopfmittelpunktes so festgehalten, dass der Mittelpunkt des Stabes gerade über dem in der Mitte zwischen beiden Tischfüssen befindlichen Teilpunkt des Kreises stand. Von diesem Punkt aus konnte nun die Uhr nach beiden Seiten um halbe oder ganze Centimeter fortgeschoben werden; die Versuchsperson wusste vorher weder nach welcher Seite die Verschiebung stattfand, noch in welchen Schritten vorwärts gegangen wurde. Der Kreis am Boden war, wie gesagt, in 16 Teile eingeteilt; von jedem der 16 Teilpunkte aus wurde nach beiden Seiten der eben merkbare Verschiebungspunkt festgestellt.

Es ist überflüssig, auszuführen, wie nun, freilich mit komplizierteren Hilfsmitteln, dem Centimetermassstab, an welchem die Uhr verschoben wurde, auch in den 16 Teilpunkten der sagittalen und frontalen Meterkreise genügende Befestigung gegeben wurde; und unnötiger noch, die Schwierigkeiten darzustellen, mit denen die Geräusche einen Meter über dem Kopf oder einen Meter unter dem Kopfmittelpunkt hervorgebracht wurden. Gleichviel ob ich zur Schallerzeugung auf einer Leiter stand oder auf der Erde lag, stets wurde in geschilderter Weise das Geräusch erst dreimal auf dem Normalpunkt und nach einer Sekunde dreimal auf dem Vergleichspunkt angegeben, und stets wurde der Vergleichspunkt jedesmal mehr vom Normalpunkt entfernt, ohne dass die Versuchsperson vorher wusste, nach welcher Richtung und in welchen Stufen er sich entfernte.

Durch diese Abweichung von der Methode der Minimaländerungen, bei welchen ja sonst die Versuchsperson stets die Richtung der Veränderung vorher weiss, war es vermieden, dass die Erwartung das Urteil irgendwie beeinflussen könnte. Andererseits entstand dadurch aber eine Rubrik falscher Fälle, welche sonst bei der Methode kleinster Aenderungen nicht möglich sind, und deren Verwertung zweifelhaft

sein könnte. Ich glaubte die Berechnung auf folgende Weise anstellen zu müssen. Für jeden Normalpunkt machten wir etwa 30 Versuche, nach jeder Seite 15. Von diesen 15 Grössen nahm ich nun den arithmetischen Durchschnitt derjenigen Zahlen, welche ausserhalb der Grenze der falschen Fälle lagen. Hatte ich beispielsweise den Normalpunkt rechts und die Uhr wurde im Horizontalkreis nach vorn oder hinten verschoben, so schwankten die Angaben, bei welchem Punkt die Verschiebung nach hinten eben merkbar war, zwischen 4 und 9 cm, da aber zweimal 5 und einmal 6 cm gerade umgekehrt beurteilt wurden, die Verschiebung nach hinten als Verschiebung nach vorn lokalisiert wurde, so zog ich den Durchschnitt nur aus denjenigen Zahlen, welche über 6 cm betrugen und somit jenseits der Grenze der falschen Fälle lagen. Auf diese Weise gewann ich für jeden Normalpunkt die mittlere eben merkbare Verschiebungsgrösse nach zwei Seiten; aus beiden Grössen nahm ich dann den Durchschnitt und erhielt so für jeden Normalpunkt eine einzige Centimeterzahl, deren Umrechnung in Grade sehr einfach ist, da jeder Grad des Kreises, auf dem die Verschiebung stattfindet, 1,7 cm beträgt. In den Fällen, wo die ersten zehn Versuche vollkommen konstantes Ergebnis lieferten, begnügte ich mich mit einer geringeren Zahl als 30.

Die Ergebnisse für den Horizontalkreis sind nun folgende. Die Einteilung des Kreises ist so gedacht, dass der Nullpunkt dort ist, wo die Augen in primärer Stellung den in Kopfhöhe laufenden Kreis schneiden, und die Grade laufen in der Richtung des Uhrzeigers, wenn der Kreis von oben gesehen ist. 90° liegen also rechts und genau in der Verlängerung der durch die beiden Trommelfelle gezogenen Linie. 180° liegt hinten, 270° links. Nun sind die Ergebnisse für beide Seiten fast genau symmetrisch; dieselbe Verschiebungsgrösse, die rechts bemerkt wird, wird auch links wahrgenommen. Ich kann diese Resultate daher so zusammenfassen, dass ich die zur Medianebene symmetrischen Punkte, wie 90°

und 270° oder 45° und 315° gemeinsam aufführe. Die eben merkbare Verschiebung im horizontalen Kreis beträgt dann bei einem seitlichen Winkel von:

0 °	1,5 cm
22,5°	2,5 „
45 °	5,5 „
67,5°	6,0 „
90 °	7,5 „
112,5°	8,0 „
135 °	8,5 „
157,5°	8,5 „
180 °	10,0 „

Den Zahlen liegen etwa 400 Versuche zu Grunde und da durchschnittlich etwa zehn Entfernungsstufen durchzumachen waren, bis die Verschiebung merkbar war, so sind in ihnen etwa 4000 Lokalisationsurteile enthalten.

Diese einfache Zahlenreihe scheint mir nun in hohem Masse überraschend und zugleich ein wichtiger Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Theorie zu sein. Ueberraschend nenne ich die kurze Tabelle deshalb, weil nach den früheren Untersuchungen über Lokalisation der Geräusche eigentlich ein ganz anderes Resultat zu erwarten war. Die älteren Versuchsreihen hatten bewiesen, dass die Richtungen vorn und hinten sehr oft verwechselt werden, dass dagegen rechts und links niemals vertauscht und somit jedesmal richtig erkannt werden. Man hatte daraus den Schluss gezogen, unsere Schalllokalisationsfähigkeit sei für vorn und hinten, also für 0° und 180° sehr mangelhaft, für rechts und links, also für 90° und 270° dagegen sehr ausgebildet; die dazwischen liegenden Punkte scheinen sich dann ebenfalls in das Schema einzuordnen. Unsere Versuche beweisen, dass die Verhältnisse ganz andere sind, dass vorn die weitaus genaueste Lokalisation möglich ist, insofern schon eine Verschiebung von 1,5 cm auf einem Kreis von 1 m Radius, also eine Verschiebung um 1° merkbar wird, und dass die eben merkbare Verschiebungsgrösse bis hinten, also bis 180° ohne den ge-

ringsten Rückschritt wächst, so dass die Lokalisationsfähigkeit sich um so geringer erweist, je weiter die Richtung der Schallquelle sich von vorn entfernt. Rechts und links sind nicht die Stellen schärfster Lokalisation, sondern stehen erheblich zurück hinter sämtlichen Punkten des vorderen Halbkreises, und hinten entspricht die Lokalisation in keiner Weise der von vorn, ist vielmehr noch mangelhafter als rechts und links, so dass bei 180° die Schallquelle sich siebenmal so weit verschieben muss als bei 0°, damit die Verschiebung merkbar sein soll.

Wenn in dieser Weise die nun erhaltene Curve der Lokalisationsschärfe, die den höchsten Punkt bei 0° erreicht und von 0° bis 180° stetig abfällt, der älteren Curve widerspricht, die bei 90° und 270° die Maximalhöhe erreichte und bei 0° und 180° gleichmässig abfiel, so ist es klar, dass nur die erstere bevorzugt werden kann, weil nur sie wirklich ein Ausdruck der Lokalisationsschärfe war, die zweite dagegen als das Resultat einer ganz willkürlichen Fragestellung anzusehen ist. Die Frage, welche Richtungen verwechselt werden und welche nicht, ist für die Untersuchung der Lokalisationsschärfe völlig irreführend, so lange Richtungen beurteilt werden, die so weit auseinander liegen, dass sie bei unmittelbarer Aufeinanderfolge niemals für identisch gehalten würden. Ein Schall, der vorne rechts, also bei 45° erzeugt wird, kann, wie die älteren Versuche lehren, in zahlreichen Fällen nach rechts, also nach 90° verlegt werden; der Verwechselungsfehler beträgt demnach 45°. Nun zeigen unsere Versuche aber, dass, wenn der Normalpunkt bei 45° liegt, dass dann eine Verschiebung von 5,5 cm, also von etwa 3° schon deutlich wahrgenommen wird. Derjenige, der eine Verschiebung um 3°, also von 45° nach 48° schon richtig als Lokalisationsänderung beurteilt und angeben kann, dass es nach hinten verschoben ist, sobald der Schall erst bei 45° und eine Sekunde später bei 48° angegeben wird, der kann deshalb natürlich, wenn der zweite Schall allein für

sich angegeben wird, nicht etwa sagen, das sind 48°. Könnte er letzteres, so würde das nicht ein Mass seiner Lokalisationsfähigkeit sein, sondern ein Beweis ungewöhnlich ausgebildeten Gedächtnisses für frühere Lokalisationsurteile. Wer die Fähigkeit der Tonunterscheidung untersuchen will, muss doch ebenfalls zwei kaum merkbar verschiedene Töne hintereinander angeben, nicht aber einen Ton allein angeben und seine Höhe bestimmen lassen; jeder weiss, dass letzteres ein vortreffliches musikalisches Gedächtnis voraussetzt. Einen Ton mit 1000 Schwingungen kann sozusagen jeder von einem Ton mit 1001 Schwingungen unterscheiden, wenn beide hintereinander durch Stimmgabeln angegeben werden; wenn aber nur die eine Stimmgabel angeschlagen wird und daraufhin die Zahl der Schwingungen geschätzt werden soll, wird vielleicht mancher auf etwa 2000 Schwingungen schätzen, d. h. es für die höhere Oktave halten und somit einen Fehler von 1000 Schwingungen machen, während er, wie gesagt, eine einzige Schwingung schon unterscheiden kann. Beides sind eben so völlig verschiedene Fragestellungen, dass aus den Antworten der einen Art nicht auch die andere Frage beantwortet werden kann; ich halte daran fest, dass erst die vorstehende Tabelle und nicht die früheren Verwechselungsversuche Auskunft über unsere natürliche Lokalisationsfähigkeit geben.

Als Beleg für die oben aufgestellte Theorie des akustischen Raumsinnes dienen nun die gewonnenen Zahlen, sobald wir uns ihre psychophysische Bedeutung vergegenwärtigen. Als Raumsinn des Ohres galt uns dasjenige System von Bewegungsempfindungen, welches dadurch entsteht, dass der Kopf sich reflektorisch den Schallpunkten der Aussenwelt zuwendet. Die Lokalisation eines einzelnen Punktes ist somit eine Funktion derjenigen Bewegungsempfindung, welche bei der Wendung des Kopfes zu dem bestimmten Punkte hin entsteht. Nur wenn diese Bewegungsempfindung, gleichviel ob sie durch wirkliche Bewegung hervorgerufen oder als

Innervationsempfindung von der Erinnerung reproduziert und associiert wird, — nur wenn diese sich merkbar ändert, wird die subjektive Lokalisation eine wahrnehmbare Aenderung erfahren. Bleibt die Bewegungsempfindung unverändert, so wird auch die subjektive Lokalisation der begleitenden Schallempfindung dieselbe beiben.

Nun verändert sich eine Bewegungsempfindung bei zunehmender Muskelkontraktion vornehmlich in bezug auf ihre Intensität; eine Veränderung der akustischen Lokalisation würde unserer Theorie gemäss mithin dann eintreten, sobald die Intensität der Bewegungsempfindung sich eben merkbar verändert. Nimmt die Intensität der Bewegungsempfindung stetig zu mit der Grösse der auszuführenden Bewegung, so ist offenbar die Intensität gleich Null bei der Wendung zum Nullpunkt des Horizontalkreises, und die Intensität wächst mit der Grösse des Winkels; von 1° bis 180° nimmt sie stetig zu. Das für alle bekannten Empfindungsintensitäten gültige Webersche Gesetz würde nun fordern, dass von 0° bis 180° im horizontalen Kreis, wenn der Nullpunkt genau in der Medianebene des Kopfes vorne liegt, die eben merkbare Verschiebungsgrösse stetig zunimmt, zu 90° also um bemerkt zu werden, eine grössere Lokalisationsveränderung hinzukommen muss, als zu 45° und zu 135° mehr als zu 90° und zu 180° mehr als zu 135°, weil eben mit der Grösse der nötigen Kopfwendung die Bewegungsempfindung wächst und mit wachsender Empfindungsintensität der eben merkbare Zuwachs steigen muss.

Wir können geradezu sagen, dass, wenn wirklich die Gehörslokalisation auf den begleitenden Bewegungsempfindungen beruht, ein solches Zunehmen der eben merkbaren Verschiebungsgrösse bei grösser werdendem Winkel ein notwendiges Postulat ist, dessen experimentelle Widerlegung zugleich die ganze Theorie widerlegen würde. Thatsächlich aber bietet die kleine Tabelle eine vollständige Bestätigung unserer Voraus-

setzungen; wir sehen die merkbare Winkelverschiebung von 1° bis 7° stetig zunehmen, allenfalls mit der unbedeutenden Ausnahme, dass von 135° zu 157,5° keine Zunahme, sondern nur Stillstand eintritt. Dass die in Graden ausgedrückte Verschiebung nicht in einem konstanten Verhältnis zu den Graden des Normalwinkels steht, kann nicht verwundern, da uns nichts berechtigt, die Zunahme der Spannungsempfindung direkt der Zunahme des Kopfwendungswinkels proportional zu setzen. Wir wissen nur, dass, wenn dieser zunimmt, auch jene anwächst; wir können daher auch nicht mehr erwarten, als dass die merkbare Winkelverschiebung mit dem gegebenen Winkel stetig zunimmt. Dass etwa beim doppelten Winkel auch die merkbare Verschiebung gerade doppelt so gross sein soll als beim einfachen, das ist in keiner Weise in den Voraussetzungen begründet; alles was dieselben aber verlangen, trifft zu.

Umgekehrt müssen wir sagen: wenn wir auf die Voraussetzungen unserer Theorie verzichten, so sind die Zahlen der Tabelle geradezu unerklärlich. Stellen wir uns auf den Boden der Lokalzeichentheorie, so bleibt es uns völlig rätselhaft, weshalb von 0° bis 180° die Lokalzeichen immer dünner gesät sein sollen; für sie repräsentiert die Zunahme des Winkels ja keine Zunahme irgend einer Empfindung. Der Nullpunkt des Kreises kann für sie ja an jeder beliebigen Stelle liegen; die Entfernung von demselben müsste an jeder Stelle dieselbe Bedeutung besitzen. Für das Auge konnte die Lokalzeichentheorie manche Lücken ihrer Erklärung dadurch verdecken, dass sie auf die Anordnung der lichtpercipierenden Elemente in der Netzhaut hinwies. Unsere Lokalisationsfähigkeit soll nach der Seite hin geringer werden, weil die Stäbchen dort nicht so nahe bei einander stehen; für das Ohr kann doch aber wahrlich von derlei nicht die Rede sein. Sollen etwa den von hinten kommenden Schall andere, weiter aus einander stehende Elemente aufnehmen als den von vorne kommenden?

Stellen wir uns aber gar auf den Boden derjenigen Theorie, welche die akustische Lokalisation als Reflexionsprodukt auffasst, derart, dass in ihr sich ein Urteil darüber aussprechen soll, ob das eine Ohr stärker erregt wird als das andere, wir also unmittelbar nichts lokalisieren, sondern nur das Stärkeverhältnis der beiderseitigen Erregung wahrnehmen und aus diesem auf die Lage der Schallquelle schliessen, so müssen wir uns durch die vorstehenden Zahlen entschieden überwunden erklären. Jene Theorie würde ja fordern, dass die Lokalisationsfähigkeit an allen denjenigen Stellen gleich gross ist, welche symmetrisch zu der durch beide Trommelfelle gelegten Vertikalebene sind. Auf unserem Horizontalkreis müsste der Schall bei 45° dasselbe Erregungsverhältnis beider Ohren hervorrufen wie bei 135°, bei 0° dasselbe wie bei 180°; die Zahlen lehren, wie es sich in Wirklichkeit ganz anders verhält. Kurz, unsere Versuchsergebnisse werden von der ausführlich dargelegten Theorie erfordert und bestätigen somit dieselbe, während sie jede andere Theorie direkt widerlegen.

Ueber die übrigen Tabellen kann ich mich kurz fassen, wenngleich ihre Ergebnisse nicht minder überraschend und in nicht geringerem Grade Beweise der aufgestellten Theorie sind. Von dem Horizontalkreis gingen wir zu demjenigen Vertikalkreis über, der in der durch beide Trommelfelle gelegten Frontalebene liegt. Der Nullpunkt sollte oben über dem Scheitel sein und die Kreiseinteilung in der Richtung des Uhrzeigers, wenn der Kreis von vorne gesehen wird. Es lagen also 90° zur linken Seite der Versuchsperson, 180° unter ihren Füssen, 270° zu ihrer rechten Seite. Nenne ich nun jede Bewegung in der Richtung des Uhrzeigers plus, die umgekehrte minus, beides von vorn gesehen, so ist offenbar beispielsweise die Plusverschiebung von 90° symmetrisch der Minusverschiebung von 270°, weil beide nach unten gehen. Wiederum haben alle zur Medianebene symmetrischen Verschiebungen, wie anzunehmen war, fast genau gleiche Zahlenwerte gegeben; ich kann also wieder je zwei symmetrische

Stellen zusammenfassen und die Tabelle somit auf einen Halbkreis beschränken, bei dem ich aber, wie die Zahlen beweisen, die Verschiebungen in den beiden entgegengesetzten Richtungen auseinander halten muss. Es ist nun für den von vorn gesehenen rechten Halbkreis, auf dem die Plusverschiebung also nach unten führt, die eben merkbare Verschiebung bei

0°	+ 3 cm
45°	— 8 „
	+ 6,5 „
90°	— 2 „
	+ 2,5 „
135°	— 5,5 „
	+ 6,5 „
180°	— 3,5 „

Die Entfernung betrug wieder jedesmal genau einen Meter vom Mittelpunkt des Kopfes. So unregelmässig nun auf den ersten Blick die Zahlen erscheinen, deren Gesetzmässigkeit selbstverständlich schon dadurch garantiert ist, dass die linke Hälfte des Kreises genau mit der mitgeteilten rechten übereinstimmt, so regelmässig ordnen sie sich an, wenn wir uns vergegenwärtigen, welche Bedeutung den betreffenden Raumpunkten im System der Kopfbewegungsempfindungen zukommt. Unsere Theorie forderte, dass die eben merkbare Verschiebung, d. h. die Entfernung des Vergleichpunktes vom Normalpunkt, um so grösser sein muss, je stärker die sich durch die Verschiebung verändernde Kopfbewegung zur Schallquelle hin ist. Beim Horizontalkreis sahen wir die Verschiebungsgrösse von 0° bis 180° stetig wachsen und in der That wuchs stetig auch die entsprechende Kopfbewegung zum Normalpunkt. Beim frontalen Vertikalkreis sehen wir nun dagegen kein stetiges Wachsen, sondern finden Minima der Verschiebung, also Stellen feinster Lokalisierung bei 0°, bei 90°, bei 180°, bei 270° und sehen in der Mitte jedes Quadranten Maxima entstehen, wobei überdies die Verschiebung nach der Medianebene zu noch grösser sein muss, als die entgegengesetzte.

Ganz dementsprechend ist ja nun aber auch die Veränderung der betreffenden Kopfbewegungsempfindungen durchaus keine stetige, es kommen vielmehr für jeden Quadranten ganz neue Bewegungen in Betracht, die bei 0°, 90°, 180°, 270° ganz schwach beginnen und in der Mitte der Quadranten Maximalwerte annehmen.

Beim Horizontalkreis kam immer nur die Drehung um die Vertikalachse in Betracht, die stetig mit dem Winkel zunehmen musste; beim frontalen Vertikalkreis sind es ganz verschiedene Drehungen, deren Veränderung zum Massstab der räumlichen Verschiebung werden muss. Um zu dem Scheitelpunkt bei 0° zu gelangen, dreht sich der Kopf um eine horizontale Achse, desgleichen nach 180°, dagegen findet die Wendung um eine Vertikale statt, wenn er sich nach 90° oder 270° richtet, während jeder zwischenliegende Punkt eine aus beiden Drehungen resultierende Bewegung erfordert. Trotzdem könnte es scheinen, als müsste die eben merkbare Verschiebung an allen Stellen des Kreises ziemlich dieselbe sein, da die Drehung um die Horizontale nach 0° und die um die Vertikale nach 90° ebenfalls starke Wendungen sind, vielleicht stärker als die Resultierende nach 45°. Es ist dabei nur das eine zu bedenken, dass bei 0°, 90°, 180° die starken Drehungen für die Verschiebung gar nicht in Frage kommen. Wenn der Schall von 0° auf dem frontalen Vertikalkreis etwa nach 1° oder 2° verschoben wird, so verändert sich die starke Drehung um die Horizontale überhaupt nicht; das, was sich verändert, ist nur die hinzutretende Drehungskomponente um die vertikale Achse; bei 0° ist dieselbe null, bei 1° und 2° minimal und eben deshalb ist schon eine minimale Empfindungsänderung wahrnehmbar.

Genau dasselbe bei 90°. Wird der Schall nach 91° oder 92° verschoben, so verändert sich die starke Drehung um die Vertikale gar nicht; das, was sich ändert, ist nur die hinzutretende Drehung um die Horizontale, die bei 90° gleich Null und bei 91° oder 92° so minimal ist, dass die geringste

Zunahme oder Abnahme empfunden wird. Wird von demselben Punkt, 90°, die Verschiebung horizontal vorgenommen, so verändert sich die starke Drehung um die Vertikale, und die Veränderung muss deshalb, wie die frühere Tabelle zeigte, ziemlich stark, 7 cm sein; bei der Verschiebung in der Vertikalen aber, wo die kräftige Drehung um die Vertikalachse unverändert bleibt und nur die minimale Drehung um die horizontale Achse sich verändert, da genügen 2 cm, um einen Zuwachs spüren zu lassen. Ganz anders ist es bei 45°, 135°, 225°, 315°. War bei 0°, 90°, 180° die Bewegung aus einer Maximaldrehung und einer unendlich kleinen Drehung zusammengesetzt, so dass letztere, die allein für die Veränderung in Betracht kommt, erst bei der Verschiebung überhaupt merkbaren Wert erhielt, so sind hier beide Komponenten mässig stark; die Verschiebung muss also eine erhebliche Grösse erreichen, damit eine der relativ starken Empfindungen merkbare Steigerung erfährt. Der Umstand, dass die Verschiebung nach der Medianebene zu, also von 45° gegen 0° und von 135° gegen 180°, grössere Werte erfordert als von 45° oder von 135° gegen 90°, beweist, dass diejenige Bewegungskomponente, welche aus der Drehung um die horizontale Achse hervorgeht, eine stärkere Empfindung erzeugt und somit stärkeren Zuwachs verlangt, als diejenige der Drehung um die Vertikale.

Ganz anders sind die Ergebnisse für denjenigen Vertikalkreis, dessen Ebene auf der Verbindungslinie beider Trommelfelle senkrecht steht und dieselbe halbiert. Ein solcher Vertikalkreis in der Medianebene hat natürlich keine symmetrischen Teile, da von der vorderen Hälfte der Schall unter anderen Bedingungen wirkt als von der hinteren und von der oberen unter anderen als von der unteren Hälfte. Wieder nenne ich den Scheitelpunkt oben 0° und bezeichne als Plusbewegung diejenige im Sinne des Uhrzeigers, wenn der Kreis von der rechten Seite der Versuchsperson aus überblickt wird. Demzufolge ist 90° gerade vorn, 135° vorn unten, 180° unten,

270° hinten. Die Resultate sind folgende. Die eben merkbare Verschiebung beträgt bei

0°	+	1,5 cm
45°	—	3,5 „
	+	2,5 „
90°	—	5,0 „
	+	4,5 „
135°	—	1,5 „
	+	1,0 „
180°	—	2,5 „
	+	3,0 „
225°	—	4,5 „
	+	4,5 „
270°	—	1,0 „
	+	1,0 „
315°	—	17,0 „
	+	18,0 „
360°	—	2,0 „

Auffällig ist hierbei zunächst, dass die Verschiebungsschwelle bei 90° erheblich höher ist als 135°; *der physiologische Nullpunkt des Gehörs*, dem das Gehörorgan in der Kopfruhe zugewandt ist und von dem aus die kleinste Verschiebung wahrgenommen wird, *liegt somit nicht in der Kopfhöhe, sondern etwa 45° vorn nach unten geneigt.*

Wir versuchten von diesem vorn unten liegenden Punkt aus nun auch horizontale Verschiebungen zu prüfen und konnten feststellen, dass horizontal ebenfalls eine Veränderung von 1 cm sicher bemerkt wurde. Der Punkt, zu dem wir bei etwas geneigtem Kopfe blicken, ist also der Punkt feinster Lokalisierung. Dass von diesem Punkt aus nach beiden Seiten des Vertikalkreises mit zunehmender Drehung um die Horizontalachse die eben merkbare Zunahme wächst, ist völlig der Erwartung entsprechend. Auch dass bei 270° die merkbare Verschiebung wieder einen Minimalwert erreicht, kann uns nicht verwundern, da sich die dorthin nötige Drehung wieder aus einer starken Bewegung um die Vertikalachse und eine minimale Drehung um die Horizontalachse zusammensetzt, nur letztere aber bei der vertikalen Verschiebung hinten sich

verändert, der Zuwachs also minimal sein muss. Entsprechendes gilt für den Scheitelpunkt. Es ist mithin aus der Bewegungszusammensetzung sehr wohl verständlich, dass für den Vertikalkreis in der Medianebene bei 0°, 135° und 270° relative Maxima der Lokalisationsempfindlichkeit, Minima der Verschiebungsschwelle liegen und dass zwischen diesen Punkten die Schwelle ansteigt und ungefähr in der Mitte jedes Abschnittes den Höhepunkt erreicht. Auffällig bleibt es dagegen, dass zwischen der Schwelle von 2 cm bei 360° und 1 cm bei 270° sich für 315° die Unterschiedsschwelle zu der excessiven Höhe von 17 bis 18 cm erhebt.

Dieser letzten Tabelle gegenüber versagt nun vollkommen jene Theorie, welche die Schalllokalisation auf ein Urteil über das Erregungsverhältnis beider Ohren basieren möchte. Bei der Verschiebung in diesem Kreise bleibt das Erregungsverhältnis ja stets das gleiche; stets müssen beide Ohren, trotz stärkster Verschiebung, gleichmässig stark beteiligt sein, und dennoch ist durchschnittlich die Lokalisationsempfindlichkeit in diesem Kreise noch bedeutender als im Frontalkreis und Horizontalkreis.

Die nächste Tabelle berichtet über eine Variation der Versuche, die uns einen weiteren Einblick in die Lokalisationsvorgänge ermöglicht, indem sie den Beweis liefert, dass unsere Lokalisation normalerweise stets von beiden Ohren gemeinsam vollzogen wird. Der Reiz muss auf die Bogengänge beider Seiten wirken, um reflektorisch die zweckmässige Bewegung auszulösen; und die Bewegung selbst erfordert eben nicht nur auf der einen Seite die Muskelkontraktion, sondern ist stets die Resultierende antagonistischer Spannungen. Es handelte sich wieder um Verschiebungen im Horizontalkreis; wieder war vorne 0° und die Plusbewegung im Sinne des Uhrzeigers, wenn der Kreis von oben betrachtet wurde, 90° also an der rechten Seite der Versuchsperson. Die Variation bestand darin, dass das rechte Ohr ausgeschaltet wurde, und zwar war sowohl der

Ohrgang durch Fingerdruck auf den Tragus als auch die Ohrmuschel durch dicke Tücher ausser Funktion gesetzt. Die linke Seite blieb im normalen Zustand. Die eben merkbare Verschiebung betrug jetzt bei:

0°	+ 8 cm
45°	— 11 „
	+ 15 „
90°	— 35 „
	+ 32 „
135°	— 32 „
	+ 32 „
180°	— 38 „
	+ 31 „
225°	— 15 „
	+ 10 „
270°	— 10 „
	+ 9 „
315°	— 9 „
	+ 8 „
360°	— 7 „

Dass die lokale Unterschiedsempfindlichkeit auf der ausgeschalteten rechten Seite weit geringer sein würde als auf der linken, war zu erwarten, dass aber auf der linken Seite die Empfindlichkeit ebenfalls gegenüber den Versuchen mit beiderseits offenen Ohren so erheblich abgenommen hat, obgleich auf der linken Seite sich doch nichts veränderte, das ist in hohem Masse überraschend. Auch jetzt nimmt ja freilich, wie in der ersten Tabelle die Schwelle von vorn bis hinten auf der linken Seite stetig zu, aber während sie dort von 1,5 bis 10 cm stieg, wächst sie hier von 7 bis 31 cm. Interessant ist dabei zu verfolgen, wie dieses Anwachsen der Schwelle verhältnismässig am geringsten ganz links, also bei 270° ist, wo sie nur von 7,5 auf 9 bis 10 cm steigt, während sie bei 315° von 5,5 auf 8 bis 9 cm und bei 0° von 1,5 auf 7 cm anwächst. Je mehr der Schall sich also von der zum Trommelfell vertikalen Einfallslinie entfernt, desto mehr ist das Ohr der anderen Seite an der Auslösung der betreffenden Bewegungsempfindung beteiligt.

Uebrigens zeigt die Tabelle auch, dass die übliche Annahme, wir verlegten, wenn ein Ohr geschlossen, den Schall mit Vorliebe auf die Seite des offenen Ohres, in dieser Allgemeinheit unzutreffend ist. Sonst hätte von 0° aus die Verschiebung nach der linken Seite sehr viel früher wahrgenommen werden müssen als die nach der rechten, was offenbar nicht der Fall ist. Da das Geräusch so schwach war, dass, wenn beide Ohren zugehalten wurden, keine Spur von dem Schall zu vernehmen war, so muss selbstverständlich die Lokalisation auf der rechten Seite bei unseren Versuchen vollkommen vom linken Ohr ausgeführt sein; wenn trotzdem es ganz rechts nur zu einer Verschiebungsgrösse von 35 cm, also von etwa 20° kommt, so beweist auch dieses, in wie hohem Masse normalerweise die von beiden Gehörorganen ausgelösten Bewegungsimpulse synergisch sind. Es bleibt zu untersuchen, ob diese Synergie für die Lokalisation nicht in gewissen Fällen auch für diejenigen Personen erhalten bleibt, welche auf einem Ohre keine Schallempfindung mehr haben.

Wir haben im bisherigen stets vorausgesetzt, dass diejenigen Bewegungen, welche das System unserer Raumempfindungen konstituierten, ausnahmslos von den Bogengängen aus reflektorisch hervorgerufen würden. Es sollte damit aber durchaus nicht ausgeschlossen sein, dass andere centripetalleitende Nerven den Impuls zu jenen Bewegungen noch verstärken und ergänzen; es wäre dabei vor allem an die Tastnerven der Ohrmuschel zu denken. Es lag uns daran, ihren etwaigen Einfluss näher zu studieren. Es mussten dazu die Ohrmuscheln vollkommen ausgeschaltet werden, ohne den Gehörgang zu beeinträchtigen. Zu diesem Zweck wurde auf beiden Seiten zunächst ein fester, lang herausragender Stab tief in den Ohrgang gesteckt und dann das ganze Ohr mit warmem Wachs vollgestopft; desgleichen eine dicke Wachskappe auf die Aussenseite der Ohrmuschel. Wurden, sobald das Wachs hart geworden, die Stäbe dann herausgezogen, so führte ein breiter Gang zum Trommelfell, während die Ohr-

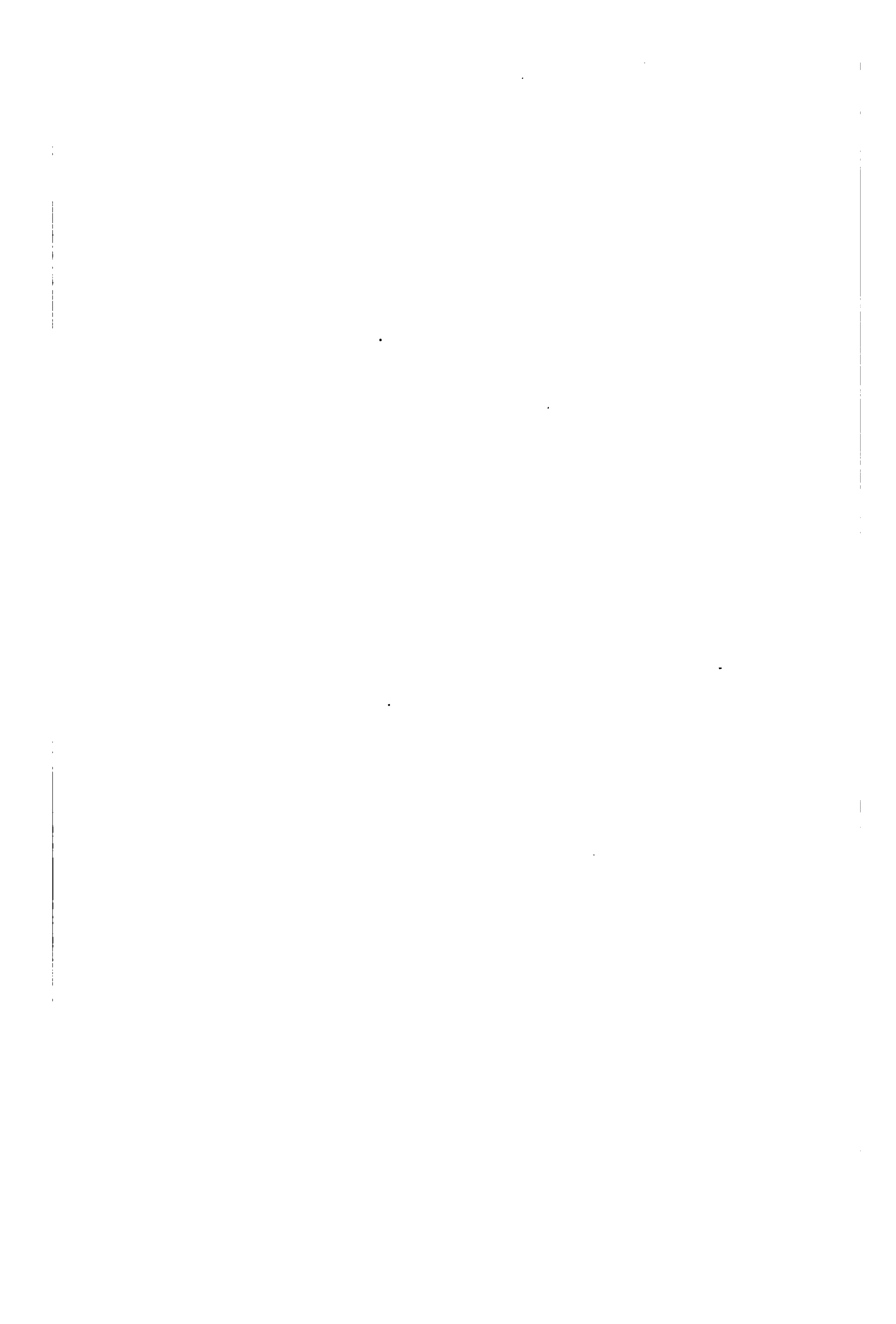
muscheln ganz ausser Funktion waren. Herr Rothacker unterzog sich in dankenswerter Weise auch dieser unbehaglichen Manipulation. Das Ergebnis war unerwartet; die Verschiebungsschwelle betrug jezt bei

0°	3 cm
90°	4,5 „
180°	10 „

ist also hinten genau wie bei normalem Hören, an der Seite kleiner als unter gewöhnlichen Verhältnissen, wahrscheinlich weil der Zuführungskanal durch die vorher eingeführten Stäbe so geglättet war, dass die Reflexion des Schalls an seinen Wänden günstigere Verhältnisse fand, und nur vorne war die Lokalisationsschwelle von 1,5 auf 3 cm gestiegen. Der Einfluss der Ohrmuscheln bezüglich der Lokalisationsgenauigkeit macht sich also nur für Geräusche, die von vorn kommen, geltend und ist auch da ziemlich gering.

Vor allem aber ist auch hier dieser Einfluss der Ohrmuscheln nicht etwa so zu verstehen, dass dieselbe gesondert ins Bewusstsein tretende Tastempfindungen auslöst, sondern die von ihr empfangenen Eindrücke könnten der Lokalisation höchstens dadurch dienen, dass sie ebenfalls reflektorisch bestimmte Kopfbewegungsimpulse auslösen. Wahrscheinlich thun sie aber nicht einmal dieses, sondern fungieren für das von vorn kommende Geräusch lediglich als Schallbecher, der die Luftwellen besser zu den Bogengängen reflektiert und dadurch der Lokalisation Vorschub leistet. Beweisend ist hierfür ein einfacher Versuch, mit dem ich unseren Bericht schliessen will. Als beide Ohrmuscheln durchaus mit Wachs verklebt waren und nur der Gehörgang offen, da bildete Herr Rothacker zwei künstliche Ohrmuscheln einfach aus seinen Händen, d. h. er hielt die Hände gewölbt über den Eingang, zuerst nach hinten offen, dann nach vorn. Als sie nach hinten offen waren, sank die Unterschiedsschwelle im horizontalen Kreis hinten auf 2 cm, während sonst doch erst 10 cm bemerkt wurden, und waren die Hände nach vorn

offen, so sank die Schwelle auf 0,5 cm, die feinste Empfindlichkeit, die wir überhaupt je konstatiert. Dass es sich bei dieser bedeutenden Lokalisationshilfe nicht um Tastempfindungen in den Händen handelte, versteht sich von selbst, und ebensowenig konnten die Tastnerven der Hand reflektorisch eine Kopfbewegung erzeugen, sie konnten nur als Schallbecher wirken; das aufnehmende Organ bleiben also, gleichviel ob die Ohrmuschel verklebt ist oder nicht, lediglich die Bogengänge und nur die von diesen hervorgerufenen Bewegungen des Kopfes sind die Grundlage jenes Systems von Bewegungsempfindungen, das unseren Gehörsraum bildet.



Beiträge

zur

Experimentellen Psychologie

von

HUGO MÜNSTERBERG,

Dr. phil. et med. Privatdocent der Philosophie an der Universität Freiburg i. B.

HEFT 3.

Inhalt

Neue Grundlegung der Psychophysik.



FREIBURG I. B. 1890.

AKADEMISCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. C. B. MOHR

(PAUL SIEBECK).

Druck der „Union“ Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Inhalt.

Neue Grundlegung der Psychophysik.

I.

Theoretische Erwägungen der mannigfachsten Art führten mich vor längerer Zeit zu einem psychophysischen Problem, das bisher keiner experimentellen Prüfung unterzogen war, ja dessen Existenz überhaupt niemals beachtet, nicht selten sogar für unmöglich erklärt wurde. Bei solcher Sachlage musste die experimentelle Untersuchung zunächst tastend und unsicher vorwärts schreiten, aber jeder Schritt bestätigte, dass die aufgeworfene Frage denn doch nicht so sinnlos sei und ermöglichte, die theoretischen Betrachtungen zu vertiefen; die gewonnene Einsicht führte dann wieder zu exakterer Fragestellung und bei steter Wechselwirkung von Theorie und Experiment entstanden schliesslich Versuchsreihen, die, so unabgeschlossen sie auch heute noch sind, dennoch, wie ich glaube, ein neues Licht auf die Frage nach der Beziehung zwischen Reiz und Empfindung schon heute zu werfen geeignet sind. Und gewinnt die Psychophysik — das Wort in dem historisch gewordenen engeren Sinne gebraucht — auf diese Weise eine ganz neue Grundlage, deren Tragfähigkeit freilich noch in mancher Beziehung zu prüfen bleibt, so schliesst sich damit zugleich eine wesentliche Lücke im System derjenigen psychologisch - physiologischen Theorie, welche alle sogenannten Funktionen des Bewusstseins als Veränderungen des Bewusstseinsinhaltes auffasst, alle sogenannten Leistungen der transscendentalen Apperception auf psychophysisch bedingte Vorgänge zurückführt.

Die Darstellung kann dem thatsächlichen Entwicklungsgang der Arbeit nicht Schritt für Schritt folgen; sie wird die theoretischen Fragen losgelöst erörtern müssen, um die Berechtigung des experimentellen Problems klarzustellen, wenn auch das Experiment oft erst der Theorie den Weg zeigte, und sie wird andererseits als Konsequenz der Versuche Anschauungen entwickeln, deren hypothetische Anticipation gerade den Anstoss zu den Experimenten gab. Die Versuche werden somit in die Mitte der Darstellung treten müssen; eine allgemeine Erörterung muss uns zu dem Punkt führen, von dem aus ihre Berechtigung und ihre Bedeutung zu übersehen ist.

Die allgemeinste Frage, von der wir ausgehen müssen, ist diejenige, ob eine Messung von Empfindungen und Empfindungsunterschieden überhaupt möglich ist. Es ist bekannt, welche ungewöhnlich lebhafte und ergiebige Diskussion sich an dieses Thema angeknüpft hat, seit Fechner sein psychophysisches System auf Formeln stützte, welche die mathematisch genaue Messbarkeit von Empfindungen zur notwendigen Voraussetzung hatten. Auch vorher hatte die Frage, ob auf psychische Intensitäten Mathematik angewendet werden kann, die Philosophen nicht selten beschäftigt, aber zu wirklich eingehender Untersuchung vertiefte sich die Betrachtung doch erst in dem Moment, als die Frage eigentlich eben durch jene thatsächlich ausgeführten Berechnungen praktisch erledigt schien. Dabei waren die Angriffe gegen die einzelnen von Fechner behaupteten Beobachtungen, die dem Weberschen Gesetz zur Unterlage dienen sollten, prinzipiell offenbar sekundär; alle jene Untersuchungen, welche nur das Webersche Gesetz bezüglich seiner Gültigkeit einschränken oder in gewissen Gebieten durch eine ganz andere Formel ersetzen wollten, bejahen offenbar ebenfalls die Frage, ob Empfindungsintensitäten gemessen werden können. Prinzipiell voranstehend sind daher diejenigen Einwände, welche die Messbarkeit überhaupt mehr oder weniger bestritten und die

abgeleiteten Gesetze als missverständliche Deutungen der vorliegenden Thatsachen erklärten. In diesem Sinne haben Boas [1]), v. Kries [2]), Stadler [3]), F. A. Müller [4]), Zeller [5]), Elsas [6]) und andere es ausgesprochen, dass die Empfindungsintensität niemals wie der Reiz zahlenmässig ausdrückbar ist, weil es keine Einheit gibt, an der sie gemessen werden kann.

Von diesen Ausführungen ist nun zweifellos vielerlei durch die geistvolle Kritik seitens Fechner, Wundt und zahlreicher Mitkämpfer durchaus widerlegt und andererseits hat jener absolut negierende Standpunkt sich entschieden unfähig erwiesen, die vorliegenden experimentell geprüften Thatsachen wirklich zu erklären. Trotz alledem aber kann ich mich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass in jener Argumentation ein, oft nicht klar erkannter, aber durchaus berechtigter Grundgedanke steckt, ein Grundgedanke, der in letzter Linie freilich der Empfindungsmessung nicht widerspricht, aber dieselbe doch wesentlich anders aufzufassen zwingt, als es bisher geschehen ist.

Dieser durchaus zutreffende Gedanke ist der, dass die starke Empfindung für unser Bewusstsein nicht das Multiplum einer schwachen Empfindung ist, dass die starke Empfindung psychologisch nicht aus schwachen zusammengesetzt ist, vielmehr etwas ganz Neues, in gewissem Sinne unvergleichbar ist, so dass einen messbaren Unterschied zwischen starker und schwacher Schallempfindung oder Lichtempfindung oder Temperaturempfindung u. s. w. zu suchen, zunächst nicht mehr Sinn hat, als den Unterschied zwischen salzig und sauer oder zwischen Kopfschmerz und Zahnschmerz mathematisch berechnen zu wollen. Das ist ja klar, dass, wenn in der starken

---

[1]) Boas, In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. 28. S. 568 ff.

[2]) v. Kries, In Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos. Bd. 6. S. 257 ff.

[3]) Stadler, In Philosoph. Monatshefte. Bd. 16. S. 583.

[4]) F. A. Müller, Das Axiom der Psychophysik. S. 1 ff.

[5]) Zeller, Ueber die Messung psychischer Vorgänge. S. 5 ff.

[6]) Elsas, Ueber die Psychophysik. S. 50 ff.

Lichtempfindung psychologisch eine schwächere Lichtempfindung gar nicht enthalten ist, dass es dann unpsychologisch ist zu sagen, die stärkere Lichtempfindung unterscheide sich von der schwächeren durch einen bestimmten Zuwachs; und soll nun dieser Zuwachs selbst wieder an der schwächeren Empfindung gemessen werden, gleichviel ob er das Zehnfache oder den zehnten Teil ausmacht, so müssen wir doch wieder zunächst fragen, ob die eine wahrgenommene Empfindung wirklich so oft in der anderen enthalten ist, wenn wir uns nicht völlig von dem entfernen wollen, was man gemeinhin unter Messen und Zählen versteht.

Die Methode der mittleren Abstufungen verlangt beispielsweise, dass wir drei Lichtstärken so herstellen, dass der Empfindungszuwachs von der ersten zur zweiten ebenso gross erscheint, wie der von der zweiten zur dritten. Wie kann ein solches Urteil möglich sein, wenn alle drei Empfindungen drei völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind, von denen die Selbstwahrnehmung mir besagt, dass ich in der zweiten Empfindung nicht etwa die erste Lichtempfindung und ausserdem noch einen Zuwachs empfinde, sondern etwas ganz anderes und Neues, das wieder ebenso einfach und unzusammengesetzt ist, wie die erste Empfindung. Um wieviel eine Linie grösser ist als eine andere, kann ich messen, weil die Länge der kürzeren Linie in der grösseren enthalten ist; die schwächere Empfindung ist in der stärkeren aber nicht enthalten, gleichviel ob der, die schwächere Empfindung auslösende, Reiz in dem, der stärkeren Empfindung korrespondierenden, Reiz enthalten ist oder nicht. Mit Recht sagt v. Kries in diesem Sinne, „dass intensive Grössen unmessbar sind, weil die Gleichsetzung verschiedener Zuwüchse, von a auf b und von p auf q, keinen Sinn hat. In dem starken Ton steckt nicht so und so viel mal der schwache, wie im Fuss zwölfmal der Zoll enthalten ist und in der Minute sechzigmal die Sekunde“. Und nichts anderes meint Boas, wenn er sagt: „Wir können uns allerdings einen starken

Ton aus einer Anzahl leiser Töne zusammengesetzt denken, aber bei genauerer Prüfung zeigt es sich, dass sich diese Addition auf die Reize und nicht auf die Empfindungen bezieht. Die Empfindung des Leisen ist nicht in der des Lauten als Teil enthalten, während sich der Reiz, welcher die Empfindung des Lauten verursacht, aus vielen kleinen Reizen zusammensetzen lässt." „Die Empfindung ist ein vollkommen einfaches Element unseres Bewusstseins, das nicht weiter in Teile zerlegt, daher auch nicht aus kleinen Einheiten zusammengesetzt werden kann. Empfindungen darf man demnach nicht als Grössen auffassen und kann sie nicht messen, da es unmöglich ist, einen Massstab zu ihrer Vergleichung anzuwenden."

Wir müssen unbedingt daran festhalten, dass die stärkere und die schwächere Empfindung zwei ganz verschiedene einfache Bewusstseinsinhalte sind, von denen wir zunächst nichts anderes aussagen können, als dass sie verschieden, d. h. nicht identisch sind. Uebertragen wir auf diese Verschiedenheit den Begriff der Grösse, setzen wir die Verschiedenheit eines Empfindungspaares gleich der Verschiedenheit eines anderen Empfindungspaares, so übertragen wir zunächst in ungerechtfertigter Weise auf psychisches Gebiet eine Eigenschaft der physischen Grössen, im speziellen Fall eine Eigenschaft der Reizverschiedenheiten. Wir werden später sehen, dass aus ganz anderen bisher übersehenen Gründen diese Grössenangabe und Messung dennoch vollkommen berechtigt ist; wir dürfen nur eben die Berechtigung nicht auf falscher Grundlage suchen und dürfen sie nicht dadurch erschleichen, dass wir von vornherein, dem klaren Thatbestand zuwider, die Empfindungsintensität für eine durch Zuwachs kleiner Grössen entstehende messbare Grösse ausgeben. Sind aber zwei verschieden starke Empfindungen wirklich zwei ganz verschiedene Bewusstseinsinhalte, so sehe ich nicht, wie man den Sachverhalt exakter auszudrücken vermag, als dadurch, dass man auch die sogenannten Intensitätsunterschiede als Qualitätsunter-

schiede bezeichnet; die starke Druckempfindung und die schwächere sind, wenn der Unterschied auch nur ein eben merkbarer sein mag, doch zwei qualitativ verschiedene Empfindungen und ebenso zwei Schallempfindungsstärken oder zwei Lichtempfindungsstärken.

Als Boas, übrigens in getreuer Reproduktion des Exnerschen[1]) Gedankenganges, in ähnlicher Weise die Intensitätsänderungen als Qualitätsänderungen in Anspruch nahm — die Messbarkeit der Empfindungsintensität sollte nach ihm lediglich in der Abschätzung der qualitativen Verwandtschaft verschiedener Empfindungen bestehen — da erwiderte Wundt[2]), dass die veränderte Fassung des Problems kaum mehr als ein Wortunterschied sei. Ich kann dem nicht zustimmen; die Boassche Auffassung der Intensitätsschätzung scheint freilich auch mir durchaus verfehlt, aber die Bezeichnung der sogenannten Intensitätsänderungen als qualitative scheint mir denn doch in hohem Masse bedeutsam und weit mehr als ein Unterschied der Worte; es ist ein wesentlicher Unterschied des Sinnes. Nennen wir einen starken und einen schwachen Lichteindruck qualitativ verschieden, so wollen wir damit offenbar sagen, dass dieser Unterschied völlig koordiniert denjenigen Unterschieden ist, die wir sonst als qualitativ bezeichnen, also etwa dem zwischen roter und blauer Lichtempfindung. Wir wollen damit also ausdrücken, dass, wenn für gewöhnlich die quantitative Unterscheidung und die qualitative prinzipiell getrennt werden, diese Trennung theoretisch nicht begründet ist, die Unterschiede der einen Art ihrem Wesen nach durchaus dieselben sind, wie die der anderen Art, mithin alles dasjenige, wodurch die quantitative Unterscheidung von der qualitativen sich absondert, nicht in den Empfindungen selbst begründet sein kann, sondern auf irgendwelchen hinzutretenden Umständen beruhen muss. Das ist

---

[1]) Exner, In Hermanns Handbuch der Physiologie. Bd. II. 2. S. 243.
[2]) Wundt. In Philosophische Studien. Bd. II. S. 12.

ja klar, dass alle qualitative Unterscheidung sich darauf beschränken muss, auszusagen, ob zwei Empfindungen gleich sind oder nicht, dass es also sinnlos wäre, einen Unterschied zwischen der Empfindung rot und blau zahlenmässig zu messen; ordnen wir den Intensitätsunterschied nun ebenfalls dem qualitativen Unterschied unter, so sagen wir damit aus, dass auch hier in jedem Fall zwei Bewusstseinsinhalte vorliegen, von denen wir an und für sich zunächst nichts anderes auszusagen vermögen, als dass sie gleich oder nicht gleich sind.

Eben deshalb sinkt die Frage nach der Bezeichnung selbst dadurch nicht zum Wortstreit herab, dass man zugibt, weder Qualität noch Intensität einer Empfindung sei eigentlich definierbar. In der That muss man diejenigen Aenderungen, die man gemeinhin als qualitative und quantitative bezeichnet, in sich erlebt und empfunden haben, um zu verstehen, was darunter gemeint ist; weder der eine noch der andere Bewusstseinsinhalt kann demjenigen, der ihn nicht erfahren hat, durch Erklärung ins Bewusstsein gerufen werden. Niemand wird das bestreiten und dennoch bleibt die Frage, ob jene prinzipielle Trennung der zwei verschiedenen Unterscheidungsarten begründet ist. Worin der qualitative Unterschied zweier Empfindungen besteht, lässt sich freilich nicht definieren, man muss es selbst empfinden; worin aber das Wesen der qualitativen Unterscheidung besteht, das lässt sich sehr wohl definieren. Es besteht in dem Urteil, ob die zwei Bewusstseinsinhalte identisch sind oder nicht. Genau so werden wir verzichten müssen, dem, der sie nicht kennt, quantitative Empfindungsunterschiede zu definieren; den Begriff der quantitativen Unterscheidung werden wir aber wieder sehr wohl zu definieren versuchen müssen und werden den Begriff als überflüssig und verwirrend aufgeben müssen, falls sich herausstellt, dass er sämtliche Merkmale mit dem Begriff der qualitativen Unterscheidung gemeinsam hat. Den quantitativen Empfindungsunterschied als qualitativen bezeich-

nen, hat also den sehr genauen Sinn, dass damit die intensiv verschiedenen Empfindungen als Bewusstseinsinhalte aufgefasst werden, von denen sich zunächst auch gar nichts anderes aussagen lässt, als das Urteil, ob sie identisch oder nicht identisch sind.

Mit derselben Motivierung könnte natürlich die so definierte Unterscheidung als quantitative bezeichnet werden; es würde dann jede Unterscheidung zweier beliebiger Empfindungen als quantitative zu beanspruchen sein. Das natürlich ist nun in der That ein Wortstreit, ob man beides qualitativ oder beides quantitativ nennen soll; ein Sinnstreit aber bleibt es, ob man beides gleichmässig oder das eine so, das andere anders bezeichnet. In jenem Wortstreit freilich würde der Sieg nicht lange zweifelhaft sein, denn niemand wird den Unterschied zwischen Ton und Farbe, zwischen Rosenduft und Nelkenduft als einen quantitativen bezeichnen wollen. Der Ausdruck „qualitative" Unterscheidung besagt für uns gewohnheitsmässig eben dasjenige, was wir mit solchem Urteil im Auge haben, die Thatsache der Identität oder Nichtidentität der Bewusstseinsinhalte; unter der quantitativen Uuterscheidung verstehen wir entschieden etwas anderes und wenn wir nun einmal etwas anderes auch über zwei verschieden starke Empfindungen auszusagen nicht berechtigt sind, vielmehr auch von ihnen nur sagen können, dass sie nicht identisch sind, so ist es offenbar ganz in der Ordnung, wenn wir die quantitativen Unterscheidungen den qualitativen unterordnen und nicht umgekehrt.

Stumpf [1]) meint nun trotzdem, dass es eigentlich überhaupt „nicht eine fassbare Meinung, nur eine unverständliche Ausdrucksweise" sei, wenn Intensitäten als Qualitäten bezeichnet werden. Die Intensität ist nach Stumpf „eine der Qualität durchaus heterogene Seite der Empfindung. Qualitäten können ihrer Natur nach getrennt voneinander vor-

---

[1]) Stumpf, Tonpsychologie. Bd. I. S. 350.

gestellt werden: wird man es auch für möglich halten, eine Intensität ohne jede spezifische Qualität vorzustellen?“ Dieser ganze Einwand beruht nun unbedingt auf einem Missverständnis. Wer die üblichen Intensitätsverschiedenheiten dem Begriff der qualitativen Verschiedenheit unterordnet, der meint doch damit nicht, dass zu den im gewöhnlichen Sinne qualitativ verschiedenen Empfindungen die Intensität noch als eine neue Qualität hinzutrete, wie etwa ein Oberton zum Grundton hinzukommt. Gemeint ist doch offenbar vielmehr, dass je zwei Empfindungen qualitativ verschieden sind, gleichviel ob sie auf der Skala der früheren Intensitätsreihe oder auf der Skala der früheren Qualitätsreihe voneinander abliegen. Nehmen wir an, in einem Sinnesgebiet gäbe es zehn Empfindungsnuancen und für jede Nuance zehn Intensitätsstufen, so würde es dementsprechend nicht, wie Stumpf will, zehn Nuancierungsqualitäten und zehn Intensitätsqualitäten, also im ganzen nur zwanzig Empfindungsqualitäten geben, durch deren Kombination hundert Qualitätspaare entstehen, sondern es würde dann eben hundert ganz verschiedene Empfindungsqualitäten geben, deren jede für sich ganz einfach und unzusammengesetzt ist und die bloss die Eigentümlichkeit haben, sich so ordnen zu lassen, dass jede zwei verschiedenen Reihen angehört. Ein Punkt bleibt doch ein einfacher Punkt, gleichviel ob er in einer Linie oder in einer Fläche liegt, gleichviel also ob benachbarte Punkte nur nach zwei Richtungen hin vorkommen oder nach vielen Richtungen. Die Empfindung bleibt eine einfache Qualität, gleichviel ob andere Empfindungen von ihr durch jene Eigentümlichkeit veränderter Nuance oder durch veränderte Intensität qualitativ verschieden sind.

Würden alle Empfindungen uns nur in je einer Intensität gegeben sein, so würde der Begriff der Intensität überhaupt nicht existieren: die Nuance von bestimmter Intensität wäre eben der qualitative Inhalt der betreffenden Empfindung. Nun da wir wissen, dass es Empfindungen gibt, die bezüglich

der Nuance übereinstimmen und dennoch irgendwie verschieden sind, sollen wir diese einfache Empfindung plötzlich in zwei Inhalte zerlegen, von denen der eine unverändert bleibt, während der andere sich verändert? Nein, die Unmöglichkeit eine Intensität ohne Qualität vorzustellen, ist durchaus kein Beweis dagegen, dass auch die Intensitätsunterschiede im Grunde qualitativer Natur sind, denn letzteres kann eine sehr berechtigte Auffassung sein, ohne dass deshalb die Intensität ein von der Qualität unlösbarer Bestandteil der Empfindung ist, ebenso wie sich auch die Qualität nicht ohne Intensität vorstellen lässt. Jede Empfindung ist eben eine einfache Qualität für sich und unsere übliche Einordnung in eine qualitative und eine quantitative Reihe besagt nur, dass zwei ganz verschiedene Aenderungsweisen des äusseren Reizes zu Aenderungen der Empfindung, d. h. zu qualitativ neuen Empfindungen führen. Qualität und Intensität sind nicht zwei besondere Eigenschaften der einen Empfindung, sondern nur die Richtungen, in welchen die eine Empfindung mit anderen Empfindungen verglichen werden kann. Eine Farbe lässt sich ja sogar, auch wenn man von der Intensität absieht, nach zwei Richtungen bezüglich Nuance und Sättigung vergleichen; es wird deshalb auch nicht behauptet werden, dass jede einfache Farbenempfindung zwei voneinander trennbare Qualitäten einschliesst. Ganz ebenso darf man dann aber auch in den übrigen Empfindungen keine zwei voneinander ablösbaren Qualitäten suchen, sobald man die Vergleichbarkeit einer Empfindung mit anderen Intensitäten auf eine Gleichsetzung oder Nichtgleichsetzung, d. h. auf eine qualitative Unterscheidung beschränkt sehen will.

Lässt sich somit theoretisch nichts gegen die Bezeichnung der Intensitäten als Qualitäten einwenden, so ist damit nun natürlich noch nicht die Frage beseitigt, weshalb wir trotzdem gewohnt sind, die sogenannten intensiven Unterschiede den qualitativen Unterschieden als etwas ganz anderes gegen-

überzustellen. Die übliche Antwort auf diese Frage ist die, dass nicht Eigenschaften der Empfindung, sondern Eigenschaften der zu Grunde liegenden Reize daran schuld sind; wir sprechen von Intensitätsunterschieden der Empfindung, wenn nicht die Qualität, sondern die Stärke der Reize sich ändert.

Dass damit keine Erklärung geschaffen ist, die Begründung sich vielmehr im Kreise bewegt, liegt auf der Hand, denn, wenn wir angeben sollen, wodurch sich eine Stärkeänderung des Reizes von einer Qualitätsänderung unterscheidet, so sind wir in letzter Linie doch wieder auf die Empfindungsverhältnisse angewiesen und beanspruchen als stärkeren Reiz eben denjenigen, der eine intensivere Empfindung auslöst. An sich hat das Bewusstsein ja gar keinen Grund, die Veränderung der Schwingungszahl als Qualitätsänderung des Reizes, die Veränderung der Schwingungsamplitude als Stärkeänderung des Reizes aufzufassen; das umgekehrte wäre ebenso möglich. Wenn ein bestimmter Temperaturreiz zuerst auf einen Quadratcentimeter unserer Körperoberfläche einwirkt und dann auf zehn benachbarte Quadratcentimeter, so sagen wir nicht, dass die Stärke des Temperaturreizes zugenommen; dieselbe Stärke wirkt jetzt lediglich auf eine grössere Stelle. Wenn dagegen ein bestimmter Gewichtsreiz zuerst einen Quadratcentimeter belastet, dann aber auf jeden der zehn benachbarten Quadratcentimeter dasselbe Gewicht aufgelegt wird, so sagen wir, dass das Gewicht zehnmal so gross, der Gewichtsreiz also stärker geworden ist. Solche scheinbar ganz verschiedenartige Verhältnisse begegnen uns in mannigfaltigen Sinnesgebieten und überall ist die Intensitätsänderung der Empfindung der einzige feste Punkt, nach dem wir uns zu richten haben, wenn wir entscheiden wollen, ob eine objektive Reizänderung qualitative oder quantitative Bedeutung besitzt. Weder die physikalische Grösse der lebendigen Kraft noch die physiologische Anzahl der gereizten Sinnesorgannerven kann einen festen Massstab liefern.

Nur scheinbar widerspricht dem, dass wir manche extreme Stärkeverschiedenheiten der Reize subjektiv eigentlich als qualitative Unterschiede auffassen, etwa heiss und kalt, weiss und schwarz, Hautkitzel und schmerzende Berührung; hier scheint ja völlig das objektive Zustandekommen der Reizveränderung, nicht die Eigentümlichkeit der Empfindungsveränderung ausschlaggebend, sonst müssten wir heiss und kalt auch als qualitative Reizänderung vorstellen. Thatsächlich liegt es nun aber doch so, dass wir heiss und kalt nur deshalb auf eine Intensitätsskala setzen, weil die dazwischen liegenden Stufen durch Empfindungen repräsentiert werden, welche stets mit den nächstliegenden unzweifelhafte Intensitätsunterschiede aufweisen. Würden wir nur die Empfindung sehr heiss und sehr kalt kennen, so würden wir in der That den entsprechenden Reizen völlig verschiedene Qualitäten zuschreiben; nur dadurch, dass die Empfindung von 50° Hitze mit der von 45° lediglich intensiv verschieden ist, ebenso 45° von 40° u. s. w., nur dadurch gewinnen wir auch für die Temperaturen, und ähnliches gilt auch für die Tast- und Lichtgebiete, eine Intensitätsskala, auch wenn die Extreme subjektiv einen rein qualitativen Unterschied darbieten.

Nennen wir somit ausnahmslos Stärkeänderung eines Reizes diejenige, bei welcher die Empfindungsintensität sich ändert und ist andererseits in den sogenannten intensiv verschiedenen Empfindungen, wie wir sahen, zunächst gar nichts zu entdecken, was ihre Verschiedenheit prinzipiell von der qualitativen Verschiedenheit unterscheidet, so ist in der That nicht so ohne weiteres einleuchtend, worauf denn nun eigentlich die Trennung zwischen qualitativen und intensiven Empfindungsverschiedenheiten beruht. Die nächstliegende Annahme ist die des Zweifels, ob denn eine solche Trennung wirklich primär vorliegt, ob sie nicht vielleicht erst sekundär aus gewissen physikalischen Kenntnissen entstanden ist. Exner sagt in

diesem Sinne: „Es will scheinen, als wären wir aus unserer Empfindung heraus nie auf den Gedanken gekommen, dass zwei Eindrücke, etwa zwei Helligkeiten verschiedener Intensität, ein Ton der einmal schwach, dann stark angeschlagen wird, sich nur durch ihre Quantität unterscheiden; als hätte uns vielmehr die Erfahrung, dass der Reiz nur in seiner Quantität geändert werden muss, um von einer Empfindung zur andern zu führen, auf diesen Gedanken gebracht." Nun sahen wir aber schon vorher, dass in vielen Fällen solche Erfahrungen gar nicht ausreichen, vielmehr durch die Empfindung erst Ordnung in die Erfahrungen gebracht wird; eine grössere Quantität warmen Wassers ist nicht heisser, eine grössere Quantität salziger Lösung schmeckt nicht konzentrierter. Ueberdies, meine ich, spricht die individuelle wie die historische Entwicklung unbedingt dafür, dass wir eine ganz primäre Trennung zwischen Intensitäts- und Qualitätsunterscheidungen zugeben müssen.

Keinenfalls aber dürfen wir, falls wir sie dennoch bestreiten wollten, uns darauf stützen, dass in den Empfindungen selbst kein Anlass gegeben ist, weil die intensiv verschiedenen Empfindungen an sich nicht anders voneinander verschieden sind als die qualitativ verschiedenen. Es wäre ja vielmehr denkbar, dass bei den Intensitätsänderungen zu den Reizwahrnehmungen noch irgend etwas zweites hinzukäme, was bei den Qualitätsänderungen nicht vorhanden ist, dass also die Trennung auf Grund eines accessorischen Elementes eintritt und somit einerseits in der That nicht auf den Empfindungsunterschieden selbst beruht und andererseits dennoch, aller Erfahrung vorangehend, naturgemäss überall eintreten musste. Wir dürfen nicht von vornherein behaupten, dass es sich so verhalten muss; aber dass ein solcher Ausweg möglich ist, müssen wir von vornherein im Auge behalten.

Wir müssen nun noch einmal zu unserm Ausgangspunkt zurück. Wir hatten gesehen, dass zunächst diejenigen im Recht waren, welche der Empfindungsintensität eine Zunahme

im Sinne einer Addition absprachen, dass also die stärkere Empfindung nicht gleich der schwächeren Empfindung plus einem Zuwachs war, sondern beide völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind, genau so wie zwei qualitativ verschiedene Empfindungen. Es wäre damit die Trennung zwischen qualitativem und intensivem Unterschied aufgehoben, die Messbarkeit der Empfindungen und Empfindungsunterschiede wäre beseitigt. Wir behaupten nun, dass dieser letzte Schluss übereilt sei, dass, obgleich auch die intensiv verschiedenen Empfindungen an sich nur qualitative Verschiedenheit aufweisen, dennoch eine Messbarkeit vorliegt und eben damit die fundamentale Differenz zwischen den reinen Qualitäts- und den Intensitätsunterschieden gegeben ist. Wir müssen zu dem Zweck uns orientieren, worin denn eigentlich auf den übrigen Gebieten des praktischen Lebens und der Wissenschaft unser Messen und Zählen besteht, um dann zu prüfen, ob dieselben Bedingungen auch bei der behaupteten Empfindungsmessung vorliegen. Die eingehendste Behandlung dieser Frage hat bekanntlich v. Kries geliefert; sein zu negativem Resultat führender Gedankengang kehrt im allgemeinen bei allen prinzipiellen Gegnern der Fechnerschen Psychophysik wieder und seine Argumente vor allem hat Wundt widerlegen müssen, als er die Empfindungsmessbarkeit verteidigte. Da uns hier beide Seiten nicht völlig im Recht zu sein scheinen, müssen auch wir von jenen bisher bevorzugten Gegengründen gegen die Messbarkeit der Empfindungen ausgehen.

v. Kries [1]) zeigt, dass Messung stets auf der Gleichsetzung des Nichtidentischen beruht, dass es für die theoretische Messbarkeit in irgend einem Gebiet also darauf ankommt, ob die Gleichsetzung zweier nicht identischer Stücke zulässig ist und einen bestimmten Sinn hat. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet v. Kries die Messung von Raum, Zeit,

---

[1]) v. Kries, A. a. O. S. 257 ff.

Masse, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, mechanischer Arbeit, Temperatur u. s. w. Es ergibt sich, dass überall nur Längen-, Zeit- und Massenwerte untereinander verglichen werden und dass die Zurückführung aller andern Grössen auf jene vermittelt wird durch eine zweckmässig zu treffende Festsetzung. Wo eine solche Zurückführung auf einen festen Massstab durch eine derartig bestimmte Uebereinkunft nicht möglich ist, da kann von exakter Messung keine Rede sein. Von einer Messung der Empfindungen resp. einer Gleichsetzung verschiedener Stufen ihrer Intensitätsreihe könnte somit nur dann gesprochen werden, wenn willkürlich festgesetzt wird, was als gleich betrachtet werden soll. Wir können beispielsweise festsetzen, dass die eben merklichen Empfindungszuwüchse in einer ganzen Intensitätsreihe als gleich betrachtet werden; wir können ebenso gut auch festsetzen, dass diejenigen Empfindungszuwüchse als gleich gelten sollen, welche gleichen Reizzuwüchsen entsprechen. Ohne solche vorherige willkürliche Festsetzung, in der natürlich schon die ganzen ableitbaren Gesetze enthalten sind, hat es gar keinen Sinn zu behaupten, dass zwei Empfindungszuwüchse gleich sind; ein darauf gestütztes Gesetz ist somit ohne Bedeutung.

Wundt [1]) erwiderte darauf, dass v. Kries zunächst schon die Faktoren der physikalischen Messung nicht zutreffend auffasst, insofern alle physikalischen Messungen, die über das rein Geometrische hinausgehen, eigentlich auf Zeitmessungen beruhen und wir bei Zeitmessungen ähnlich wie bei Intensitäten ebenfalls nicht im stande sind, zwei Zeitstrecken, die verschiedenen Teilen des unendlichen Zeitverlaufs angehören, aneinander zu messen. Wir bedürfen dazu vielmehr einerseits der Zurückführung auf Raumgrössen, deren Gleichheit uns anschaulich gegeben ist, andererseits der Voraussetzung, dass die Zeitdauer gewisser Naturerscheinungen unveränder-

---

[1]) Wundt, A. a. O. S. 1 ff.

lich ist. Voraussetzungen mischen sich also in jegliche, nicht rein räumliche Messung ein.

Vor allem aber sei zu bedenken, dass bei den psychischen Messungen wir nicht zwei Empfindungen, sondern zwei Unterschiede je zweier Empfindungen und auch diese nur in Bezug auf ihre Merklichkeit vergleichen; es sich also gar nicht um die Vergleichung zweier ganz verschiedener Empfindungsunterschiede, sondern um den Merklichkeitsgrad zweier Unterschiede handelt. Das Urteil „zwei gegebene Empfindungsunterschiede sind gleich merklich" könne nun ohne allen Zweifel mit demselben Recht ein Gleichheitsurteil genannt werden, wie die Urteile „zwei Raum- oder Zeitstrecken sind gleich lang".

Auf die verschiedene Auffassung der physikalischen Messung müssen wir sofort eingehend zurückkommen; bezüglich des letzten Wundtschen Argumentes sei aber darauf hingewiesen, dass es schwerlich die v. Kriesschen Bedenken zu beseitigen vermag. Dass wir von vier Empfindungen aussagen können, sowohl zwischen dem einen Paar, als auch zwischen dem anderen Paar bestehe ein merklicher Unterschied, das versteht sich von selbst, nur ist eine solche Aussage ganz wertlos und ungeeignet zu irgendwelcher Anknüpfung, wir können das ebenso gut von vier disparaten Empfindungen aussagen. Behaupten wir dagegen, der Unterschied zwischen dem einen Paar sei ebenso merklich, wie der zwischen dem anderen Paar, so meinen wir doch entschieden damit nichts anderes, als dass der bemerkte Empfindungsunterschied im einen Fall so gross ist, als im anderen Fall; wir vergleichen also, wenn auch die sprachliche Einkleidung leicht darüber hinwegtäuscht, thatsächlich die zwei Empfindungsunterschiede, von denen v. Kries behauptet, dass ihre Vergleichung ohne weiteres keinen Sinn hat. Mit anderen Worten, Wundt behauptet, ein solches Urteil sei ohne allen Zweifel möglich und v. Kries hält ein solches Urteil für sinnlos; geschlichtet ist dadurch der Streit natürlich nicht,

es sind lediglich zwei sich widersprechende Behauptungen hingestellt. Wenn aber v. Kries die Unvergleichbarkeit der Empfindungsunterschiede behauptet, weil die unmittelbare Selbsterfahrung ihn lehrt, dass die stärkeren Empfindungen nicht aus einer Vielzahl von schwächeren Empfindungen zusammengefügt sind, der einheitliche Massstab also den Empfindungen als solchen abgeht, und wenn Wundt ebenso auf Grund der Selbstwahrnehmung daran festhält, dass eine Gleichsetzung zweier Empfindungsunterschiede zweifellos berechtigt ist, so ist von vornherein wahrscheinlich, dass die beiden Aussagen sich nicht auf dasselbe beziehen; der Massstab kann den Empfindungen selbst fehlen und dennoch in einem anderen Faktor gegeben sein. Wir müssen, um den springenden Punkt zu erkennen, nun noch einmal auf die physikalische Messung zurückkommen.

Wundt und v. Kries sind darin einig, dass alle physikalischen Messungen auf Raum-, Zeit- und Massevergleichung beruhn; Wundt will nur die Masse auf Zeit und Raum und in letzter Linie die Zeitmessung auf Raummessung zurückgeführt wissen, kombiniert mit dem Vertrauen auf die Unveränderlichkeit der Naturgesetze. Die physikalische Methode ist ja damit erschöpft, aber der physikalische Gesichtskreis verlangt hier eine psychologische Ergänzung. Dass alle physikalischen Messungen auf Raum-, Zeit- und Massenwerte zurückführen, ist unanfechtbar; aber worauf beruht, das ist die wichtigere Frage, eben jene Messung von Raum, Zeit und Masse? Ist es Zufall, dass diesen drei Messungen solche besondere Bedeutung zukommt? Weshalb gewinnt die Geschwindigkeit oder die Temperatur oder der Elektromagnetismus nicht denselben prinzipiellen Wert? Wundt will nun freilich innerhalb jener Dreiheit noch Einschränkungen machen; Zeit und Masse soll schliesslich auf den Raum zurückführbar sein. So zutreffend diese Reduzierung nun vom Standpunkt der naturwissenschaftlichen Methodologie ist, so energisch muss sie bei prinzipieller Erörterung abgelehnt werden.

Der Physiker kann ja für exakte Zeitmessungen die Uhr nicht entbehren; wenn ich aber einen periodischen Schall erst etwa in Intervallen von einer halben Sekunde und nach einiger Zeit denselben Schall in Intervallen von drei Sekunden höre, so würde ich, wenn auch die messende Uhr jetzt sechsmal so langsam gehen sollte als vorher, trotzdem keinen Augenblick daran zweifeln, dass die Intervalle jetzt grösser sind, die Uhr mithin verschieden schnell ging. Unsere subjektive Zeitvergleichung ist und bleibt die Grundlage aller Zeitmessung, für deren Präcisierung wir wohl die räumlich abzumessenden Hilfsmittel herbeiziehen, die aber prinzipiell durchaus selbständigen Wert behält und niemals der Raumvergleichung ganz untergeordnet werden kann. Daher ist Wundts Behauptung, dass wir nicht im stande sind, zwei Zeitstrecken, die verschiedenen Teilen des Zeitlaufs angehören, aneinander zu messen, von der inneren Erfahrung leicht zu widerlegen. Dass wir nicht die eine Sekunde aus dieser Stunde herausreissen können, um sie neben die andere Sekunde in der nächsten Stunde zu halten, und so beide zur Deckung zu bringen, das ist ja freilich wahr. Genau so können wir aber auch eine Raumstrecke hier nicht aus dem Raum herausbrechen, um sie dort danebenzulegen. Auch unsere Raumvergleichung besteht ja nur darin, dass wir erst die erste Raumstrecke wahrnehmen und dann die Wahrnehmungsvorstellung reproduzieren, sobald wir die zweite Raumstrecke wahrnehmen. Dem gegenüber ist jeder andere Längenmassstab sekundär.

Wenn unser Augenmass uns sagt, dass zwei Grössen ungleich sind und optische Täuschung ausgeschlossen ist, so würden wir eher annehmen, dass der körperliche Massstab sich verändert hat, ehe wir dem Massstab glauben, dass die Strecken gleich sind. In genau gleicher Weise nehmen wir eine Zeitstrecke wahr und können die gewonnene Vorstellung in der Erinnerung reproduzieren, sobald wir später eine andere Zeitstrecke wahrnehmen; thun wir das, so messen wir that-

sächlich eine Zeitstrecke an einer anderen. Und derselbe Weg führt uns zum Messen der Masse; auch hier ist der objektive, den Wert ins Räumliche übertragende Massstab nur die nachträgliche Ergänzung zu dem primären Gewichtsmasse der subjektiven Vergleichung. Wenn wir zwei Gewichte nacheinander heben und einen deutlichen Gewichtsunterschied wahrnehmen, so würden wir die Wagschale für unzuverlässig erklären, welche für beide gleiches Gewicht angibt.

Dass wir Raumgrössen untereinander, Zeitstrecken untereinander und Gewichte untereinander in unmittelbarer subjektiver Schätzung vergleichen können, das ist die Grundlage unserer gesamten physikalischen Massmethoden; ohne diese subjektive Fähigkeit wären alle objektiven Massinstrumente für uns so sinnlos, wie ein Mikroskop wertlos wäre ohne Auge. Weit entfernt also, die drei Schätzungen auf eine reduzieren zu dürfen, müssen wir vielmehr diese Dreiheit als eine durchaus ursprüngliche anerkennen und müssen uns vergegenwärtigen, worin nun eigentlich in diesen drei Fällen das Messen besteht.

Wir haben schon gesehen, dass es sich stets darum handelt, die zweite Wahrnehmung mit der reproduzierten Vorstellung der ersten Wahrnehmung zu vergleichen, aber wie dabei das eigentliche Messen zu stande kommt, ist damit natürlich noch nicht gesagt. Die übliche Auffassung, die auch v. Kries wiederholt, ist die, dass alle Messung auf der Gleichsetzung des Nichtidentischen beruhe. Ich kann den Ausdruck und die zu Grunde liegende Vorstellung nicht gutheissen; ich glaube vielmehr, dass es sich da um eine Auffassung handelt, die der Schulsprache einer abstrakten Logik entnommen ist, die aber durchaus keinen wirklichen psychologischen Vorgang bezeichnet. Wollen wir nicht ganz in die Metaphysik geraten, so können wir uns darunter, dass unser Bewusstsein zwei nicht identische Bewusstseinsobjekte „gleichsetzt“, in keiner Weise einen bestimmten psychologischen

Akt vorstellen; unser Bewusstsein nimmt identische oder nichtidentische Eindrücke auf und associiert dazu Aussagen darüber, ob diese Wahrnehmungsvorstellungen identisch oder nicht identisch sind, oder ob in den nichtidentischen vielleicht zum Teil identische Elemente enthalten sind, aber Nichtidentisches gleichzusetzen, kann nie eine Funktion unseres Bewusstseins repräsentieren.

Das, was wirklich gemeint ist, beschränkt sich in der That psychologisch darauf, dass bei jeder Messung unser Bewusstsein identische Elemente in nichtidentischen Vorstellungen konstatiert. v. Kries hatte gemeint, dass nur bei der Masse es einer Festsetzung bedürfe, was als gleich gedacht wird; in der That haben die beiden Vorstellungen von zwei Massen eine ganze Reihe von Elementen, welche nicht gleich sein müssen, die gleiche Empfindung des Gewichtes ist nur einer von den vielen Vorstellungsfaktoren. Ganz dasselbe gilt aber auch von Raum und Zeit, bei denen v. Kries diese Uebereinkunft für überflüssig hielt. Die Vorstellungen, welche zwei Raumstrecken in uns hervorrufen, sind ebenfalls nicht zwei einfache gleiche oder ungleiche Empfindungen, sondern die Empfindungen der Begrenzungsmarken, der Farbe, des Hintergrundes und vielleicht vieles andere können ebenfalls neben der Grössenempfindung in die Vorstellung der Raumgrösse eingehen und können ganz ungleich sein, obgleich wir die Raumgrössen gleich nennen. Und ebenso Zeitstrecken; im zweiten Heft dieser Beiträge habe ich ausführlich entwickelt, wie die unmittelbare Zeitwahrnehmung stets eine Synthese mehrerer Empfindungen darstellt, wie speziell die Wahrnehmung der zeitlichen Begrenzungsreize für diese Synthese nötig ist, und dennoch nennen wir zwei Zeitstrecken gleich, wenn auch die Begrenzungen ganz verschieden sind. Bei Raum-, Zeit- und Massewahrnehmungen entstehen in uns also stets komplexe Vorstellungen, in welche mannigfaltige Empfindungen eingehen und s t e t s n e n n e n w i r m i t R ü c k s i c h t a u f M e s s u n g e n z w e i s o l c h e V o r s t e l l u n g e n g l e i c h,

wenn eine bestimmte Empfindung in beiden identisch ist, so sehr auch die übrigen Elemente der Synthese differieren mögen.

Welches ist nun dieses entscheidende Vorstellungselement? Hier ist nicht der Ort, in nähere Analyse jener Vorstellungen einzutreten; bezüglich Raum und Zeit habe ich es an anderem Ort ausführlich versucht [1]), bezüglich Gewicht sind unsere Anschauungen durch die neuen wertvollen Arbeiten von G. E. Müller-Schumann [2]) und Goldscheider [3]) überaus gefördert worden. Bei räumlichen Grössen ist es diejenige Muskelempfindung — hier wie im folgenden ist unter Muskel die zugehörige Sehne stets mitverstanden —, welche bei der Durchmessung der Gesichtsraumgrösse durch die notwendige Augenbewegung ausgelöst wird, sei es, dass die Bewegung wirklich neu vollführt wird, sei es, dass die Erinnerung an früher vollzogene Bewegung die reproduzierte Bewegungsempfindung auch bei unbewegtem Blick als Innervationsempfindung zur Lichtempfindung hinzuassociiert. Handelt es sich um Strecken des Tastraums, so sind es die Gliederbewegungsempfindungen, handelt es sich um Winkelgrössen des Schallraums, so sind es die wahrgenommenen oder in der Erinnerung reproduzierten Bewegungsempfindungen in denjenigen Muskeln, welche die Kopfstellung verändern. — Für den Zeitsinn kommen, wie ich des näheren dargelegt, die verschiedensten Muskelgruppen in Betracht, vornehmlich die des Hinterkopfes, des Halses, der Schultern, sekundär die von Rumpf und Gliedern; überall aber handelt es sich nicht um Verkürzungen der Muskeln, wie beim Raum, sondern um

---

[1]) Beiträge z. exp. Psych. Heft II. Zeitsinn. Augenmass. Lokalisation der Schallempfindung.

[2]) G. E. Müller u. Schumann, Die psychol. Grundlage der Vergleichung gehobener Gewichte. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 45. S. 37.

[3]) Goldscheider, Untersuchungen über den Muskelsinn. In Dubois' Archiv f. Physiol. 1889. S. 369 u. Suppl. S. 141.

Spannungen. — Beim Gewicht schliesslich ist die entscheidende Empfindung in den verschiedenen Vorstellungen die der gleichen Hubkraft bei gleicher Hebezeit; dass die Gleichheit der zum Heben in Anspruch genommenen Zeit wie alle Zeitgrössen durch Spannungsempfindungen wahrgenommen wird, versteht sich aus dem Vorangehenden von selbst, aber auch darüber kann kein Zweifel sein, dass die Empfindung gleicher Hubkraft ihre Quelle in den kontrahierten und gespannten Muskeln hat. Die einzige psychologische Grundlage unserer physikalischen Messungen ist mithin unsere Muskelempfindung, insofern alles Messen auf Messung der Raum-, Zeit- und Massegrössen beruht und eine Beurteilung dieser nur auf Grund der in die betreffenden Vorstellungen als Faktor eingehenden Muskelempfindung möglich ist.

Nun können wir ja Gleichheit gewisser Elemente bei nichtidentischen Vorstellungen auch bezüglich anderer Empfindungen konstatieren; wir können zwei farbige Papiere gleich nennen, wenn beide rot sind, obgleich das eine rund, das andere viereckig geschnitten ist; die Farbenempfindung ist hier gleich, die Muskelempfindung nicht. Weshalb können nun solche Gleichheitsurteile niemals die Grundlage einer Messung bilden, weshalb bedarf es dazu stets der gleichen Muskelempfindungen? Deshalb, weil in jeglicher Wahrnehmung die Muskelempfindung das einzige Element ist, welches, sobald ich das Wahrnehmungsobjekt zerteile, in jedem Teile wiederkehrt, aber in jedem Teil in geringerem Masse enthalten ist als im Ganzen. Jeder Teil des roten Papiers ist wieder ebenso rot, und war das Papier nicht ganz rot, so werden einige Teile rot sein, andere nicht; jeder Teil der Raumgrösse aber ist ausgedehnt und doch weniger ausgedehnt als das Ganze, jeder Teil einer Masse hat Gewicht und doch weniger Gewicht, als die ganze. Ich kann mir mithin jede Raum-, Zeit- oder Massengrösse zerlegen in Teile, deren jeder gleich gross ist d. h. gleich

starke Muskelempfindung hervorruft, und betrachte ich die von einem bestimmten Objekt erzeugte Muskelempfindung als Einheit, so kann ich jedes Objekt so zerteilen, dass jeder Teil die Einheitsmuskelempfindung anregt. Sind zwei verschieden grosse Objekte gegeben, so kann das grössere in einen Teil zerlegt werden, dessen Muskelempfindung derjenigen des kleineren Objektes gleich ist, und einen zweiten Teil, der durch weitere Zerlegung auf Teile von gewählter Einheitsmuskelempfindung reduziert wird. Diese Eigentümlichkeit der Muskelempfindung, bei jeder Zerteilung des Objektes sich zu verändern und doch bei keinem Teil zu fehlen, sie allein ermöglicht die Messung, welche, nachdem die Zerteilung des Objektes erfolgt ist, ja doch schliesslich nur auf der Konstatierung der in die Vorstellung eingehenden gleichen Muskelempfindung beruht. Zwei ungleich grosse Objekte ermöglichen uns zunächst auch ebenso wenig eine messende Aussage, wie zwei ungleich gefärbte oder ungleich temperierte; nur weil wir die ungleich grossen in verschieden viele Teile von gleicher Grösse, also von gleicher Muskelempfindung zerlegen können, während wir die verschieden farbigen nie in Teile von gleicher Farbe, die verschieden temperierten nie in Teile von gleicher Wärme zerteilen können, nur deshalb nützt uns die Farben- und Temperaturempfindung bei der Messung gar nichts und die Muskelempfindung so ungeheuer viel.

Alle physikalische Messung beruht also auf der Konstatierung resp. Herstellung gleicher Muskelempfindungen; meiner Ansicht nach ruht auf genau derselben Grundlage alle Messung der psychischen Grössen, der Empfindungsintensitäten, und eben weil die Grundlage dieselbe ist, kommt der psychischen Intensitätsmessung auch dieselbe Berechtigung zu wie allen physikalischen Messungen.

Jegliche Reizwahrnehmung nämlich ruft in unserem psychophysischen Organismus reflektorisch eine Muskelspannung hervor, deren Stärke zunächst abhängig ist von der Intensität

des Reizes — sekundäre Einflüsse lernen wir später kennen. Verändert sich die Qualität des Reizes, so verändert sich jene Muskelspannung nicht; verändert sich aber die Intensität des Reizes, so muss sich auch die Muskelspannung verändern und diese Aenderung tritt als Spannungsempfindung in unser Bewusstsein. Nehmen wir zwei successive Reize von verschiedener Intensität wahr, so bildet das entsprechende Empfindungspaar mithin eine komplexe Vorstellung, in die als Element auch jene Empfindung der veränderten Muskelspannung eingeht, und dieses dem Muskelsinn entstammende Element wird hier wie bei allen physikalischen Objekten die Grundlage der Messuug sein. Haben wir auf einer Intensitätsskala das Empfindungspaar a und b und das andere Paar p und q, so wird zwar, wie v. Kries ganz richtig einwand, es sinnlos bleiben, den Empfindungszuwachs von a zu b gleich zu setzen dem von p zu q, denn alle vier Empfindungen sind Bewusstseinsinhalte einfacher, in sich unvergleichlicher Art, so dass a nicht in b und p nicht in q enthalten ist; aber indem die Spannungsempfindung bei der successiven Wahrnehmnng von a und b dieselbe ist, wie bei der successiven Wahrnehmung von p und q, enthält die Vorstellung des einen Empfindungspaares in der That ein identisches Element mit der Vorstellung des anderen Empfindungspaares.

Wir können daher mit genau derselben Berechtigung, mit der wir sagen: diese Raumgrösse ist gleich jener, diese Masse ist gleich einer anderen, nun auch behaupten: dieser Empfindungsunterschied ist gleich jenem; in allen Fällen handelt es sich ja eben darum, dass zwei ihren übrigen Bestandteilen nach ganz verschiedenen Vorstellungen ein Element, nämlich die Muskelempfindung, gemeinsam ist. Würde unser Organismus auf Reizwirkung nicht durch solche reflektorische Spannungen reagieren, so würde die Welt uns eine unendliche Menge von Reizen sein, zwischen denen wir keine anderen Unterschiede als

qualitative kennen, d. h. wir würden von je zwei Reizen nur sagen können, ob sie gleich oder nicht gleich sind. Wir würden ja freilich die an Stärke verschiedenen Reize ebenso wie die verschieden nuancierten Reize nach einer gewissen Aehnlichkeit ordnen können, d. h. nach den gemeinsam ausgelösten Gefühlen und den gemeinsam angeregten sekundären Organempfindungen, aber von einer prinzipiellen Trennung zwischen qualitativer und quantitativer Unterscheidung wäre gar keine Rede. Das stärkere Licht wäre vom schwachen in genau derselben Art verschieden, wie das rote vom blauen, der laute Ton vom leisen ebenso, wie der Grundton von der Quinte. Diese prinzipielle Trennung entsteht lediglich dadurch, dass die eine Qualitätenreihe von einer kontinuierlichen Reihe wechselnder Spannungen begleitet ist, die andere nicht; und jene Aenderungen des Bewusstseinsinhaltes, die mit solchen Spannungsempfindungen associiert sind, nennen wir nicht qualitative, sondern intensive.

v. Kries hatte also ganz recht damit, dass die Empfindungsintensitäten selbst an sich unvergleichbar sind, aber Wundt hatte ebenso recht damit, dass die Aussage, ein Empfindungsunterschied ist gleich einem anderen, sehr wohl berechtigt ist; wir müssen uns nur vergegenwärtigen, dass wir von einem Empfindungsunterschied zu sprechen gewohnt sind, wo wir thatsächlich eine Unterschiedsempfindung meinen, eine Vertauschung, die eigentlich nur so lange berechtigt war, als man sich die Unterschiedsempfindung entstanden dachte durch Subtraktion zweier intensiv verschiedener Empfindungen, während die Vertauschung eigentlich ungenau ist, nachdem wir eingesehen haben, dass von solcher Subtraktion oder von einem Empfindungszuwachs nirgends die Rede sein kann, sondern unsere Unterschiedsempfindung sich auf Spannungsveränderungen bezieht, welche den Uebergang von einer Empfindung zur anderen begleiten.

Ehe wir nun einige naheliegende Stützen unserer Theorie betrachten, um schliesslich zu den eigentlich beweisenden

neuen Experimenten überzugehen, liegt es nahe, allgemein die Frage aufzuwerfen, wie denn gerade der Muskelsinn zu dieser beherrschenden Rolle in unserer psychophysischen Organisation kommt, weshalb gerade seine Angaben zum Massstab aller Empfindungsvergleichung werden. Wir werden ein biologisches und ein psychophysisches Moment dabei unterscheiden müssen. Biologisch nämlich kommt derjenige Umstand in Betracht, der für das Verständnis der phylogenetischen Entwicklung im sensorischen und motorischen Apparat geradezu ausschlaggebend ist, der Umstand, dass jede sensorische Reizung für die Erhaltung des Organismus nur dann irgend eine Bedeutung besitzen kann, wenn auf Grund der vorhandenen Bahnen geringsten Widerstandes die centripetale Reizung sich in eine centrifugale Wirkung umsetzt. Ist diese centrifugale Wirkung dem Reiz gegenüber für den Organismus nützlich, so wird diese Leitungsbahn sich entwickeln können; ist sie schädlich, so wird der Organismus im Kampf ums Dasein zu Grunde gehen; hat die sensorische Reizung aber überhaupt keine centrifugale Wirkung, so ist nicht verständlich, welche Bedeutung die centrale Erregung für das Individuum besitzen soll, es ist eine für die Existenz wertlose Arbeitsleistung, deren physiologisches Substrat bald rudimentär werden und verschwinden würde. Nur wenn wir den aus centripetaler Bahn, centraler Masse und centrifugaler Bahn bestehenden Apparat als einen einheitlichen mit einheitlicher Funktion auffassen, nur dann können wir verstehen, wie unter der stetigen Komplizierung der einwirkenden Reize sich alle Teile des Apparates vom niederen Tier bis zum entwickelten Menschen stetig differenzierten, aber dann wissen wir auch zugleich, dass es keine Reizwahrnehmung, keine Vorstellung geben kann, bei welcher nicht die zu Grunde liegende centrale Erregung gleichzeitig zur Ursache centrifugaler Wirkung wird.

Jeder zum Centrum geführte Reiz strebt, sich in periphere Leistung umzusetzen; es ist also nicht erst eine später

erworbene Fähigkeit, bei einer äusseren Einwirkung eine bestimmte Bewegung zu wollen und zu vollführen, sondern umgekehrt muss es geübt und erlernt werden, die Bewegung nicht zu wollen, zu hemmen. Die individuelle Entwicklung muss, je komplizierter und mannigfaltiger die gleichzeitig wirkenden Reize sind, desto mehr zu Hemmungen centrifugaler Wirkungen führen, da antagonistische Bewegungen nicht gleichzeitig möglich sind, aber das Ursprüngliche und Natürliche ist die Entladung jeder centripetalen Reizung in centrifugale Bahnen. Dass jeder Reizwahrnehmung sich eine gewisse Muskelthätigkeit zugesellt, ist also kein Zufall, sondern bedingt durch die gesamte Entwicklung und die biologische Bedeutung des sensomotorischen Apparates.

Selbstverständlich wird die centrifugale Wirkung eine mannigfache sein, und zwar wird das eigentliche Bewegungsresultat in erster Linie von der Qualität des Reizes abhängen, während die Intensität des Reizes nicht so sehr die motorischen Effekte als besonders die sekundären Spannungen beeinflussen wird, jene Spannungen, welche in den Sinnesorganen, in der Kopfmuskulatur, in Hals, Schultern, Armen, Rumpf, schliesslich im ganzen Körper ablaufen, um den psychophysischen Organismus in günstigste Bedingungen zur Aufnahme des Reizes überzuführen. In diesem Sinne sei auf die muskuläre Antagonistenspannung zwecks genauer Einstellung der Sinnesorgane hingewiesen, dann auf die stärkere Spannung in der Kopffixierung, welche bei stärkerem Reiz auf die Muskeln der Schultern und Wirbelsäule übergreift, um schliesslich durch Spannung der Brustkorbmuskulatur die Atmung willkürlich zu regulieren; dann auf diejenigen Innervationen, durch welche die Reizempfindung ihre Einordnung in das System der Raumvorstellung erhält, Innervationen, welche ebenfalls mit der Reizstärke wachsen, bis sich schliesslich der ganze Körper gewissermassen der Reizquelle zuwendet und sich ihm, sei es zu nähern, sei es abzuwenden, trachtet, bis der Reiz endlich jene Stärke erreicht, bei der

er schmerzhaft wird, und bei der nun alle Muskeln so gespannt werden, als müsse der Körper dem übermächtigen Einfluss gegenüber alle Kräfte sammeln.

Nun wirkt keines dieser Momente isoliert; in weitreichender Koordination passen sich die Spannungen in verschiedenen motorischen Zonen aneinander an und strahlen gewissermassen über. Insofern aber die Kopfhalsmuskulatur bei Sinnesorganeinstellung, bei Kopffixierung, bei Lokalisation und bei Atmungsregulierung Einfluss hat, ist vornehmlich ihre Thätigkeit im Mittelpunkt des gesamten Gefüges unserer Spannungsempfindungen und dieselbe wächst, wenn irgend eines der anderen Muskelsysteme zu wachsender Arbeit gelangt. Gerade das unterliegt nun freilich grossen individuellen Schwankungen; es gibt Menschen, bei denen die mit dem Reiz wachsende Spannungsempfindung ganz besonders von Schulter und Oberarm auszugehen pflegt, andere, bei denen die Empfindungen der Brustmuskulatur im Mittelpunkt zu stehen scheinen, während bei den meisten der Hinterkopf und angrenzende Gebiete besonders beteiligt erscheinen. Dass wir uns im gewöhnlichen Leben bei der Unzahl auf uns gleichzeitig einwirkender Reize von verschiedenster Intensität der begleitenden, zum Teil sich aufhebenden Spannungen nicht bewusst werden, versteht sich von selbst, genau so, wie wir ja auch die aller Lokalisation zu Grunde liegenden Bewegungsempfindungen nicht als solche wahrnehmen. So wie wir dem qualitativen Eindruck durch die psychophysisch bedingte Verbindung mit bestimmter Bewegungsempfindung einen bestimmten Lokalwert geben, so geben wir dem qualitativen Eindruck durch die ebenfalls psychophysisch notwendige Verbindung mit bestimmter Spannungsempfindung den bestimmten Intensitätswert.

Das sei nicht missverstanden. Würde die begleitende Bewegungsempfindung fehlen, so würde die Reizquelle nicht verschwinden und die Reize würden nicht, wie man zuweilen

behauptet hat, chaotisch in einem Punkt zusammenfliessen. Es würde vielmehr auch dann noch jeder Reiz eine besondere Empfindung auslösen, nur würde den Empfindungen jene feste Anordnung fehlen, welche unsere Raumvorstellung bildet; jeder räumlich gesonderte Punkt böte eine neue Empfindung, aber den Empfindungen würde das Raumzeichen fehlen, ihre Ordnung würde uns nie als räumliche zum Bewusstsein kommen, ähnlich wie wechselnde Töne oder Gefühle keinen Raumwert haben. Ebenso würden nun auch intensiv verschiedene Reize, wenn ihre Wahrnehmung nicht von wechselnden Spannungsempfindungen begleitet wäre, dennoch nach wie vor als verschieden empfunden werden; der starke Ton und der schwache, das helle Licht und das matte würden nicht mit einemmal aufhören, verschieden zu erscheinen, nur den verschiedenen Empfindungen würde die Einordnung in eine Intensitätsreihe fehlen. Die Verschiedenheit würde wahrgenommen werden, aber eben nur in dem Sinne, dass die zwei Empfindungen als nicht identisch anerkannt würden, d. h. im Sinne qualitativer Verschiedenheit; dass ihre Verschiedenheit von der gemeinhin qualitativen Unterscheidung differiert, dass ihre Verschiedenheit eine ganz besondere Art ist, das würden wir unbeachtet lassen, das Wesen der Intensitätsunterscheidung, das würde uns nicht nur fehlen, sondern völlig sinnlos und unverständlich bleiben. Erst durch die Zuordnung der Qualitäten zu den Spannungen entsteht jenes zweifach mannigfaltige System von Empfindungen, das uns von Qualitäten und Intensitäten zu reden erlaubt.

Wir müssen aber neben dem biologischen auch ein psychophysisches Moment würdigen. Es könnte nämlich scheinen, als hätten wir uns mit alledem nur im Kreise gedreht. Wir hatten behauptet, dass die Empfindungen, welche quantitativ verschiedenen Reizen entsprechen, an sich nur qualitative Unterschiede darbieten und nur durch die verschieden starken Muskelspannungen in die Intensitätsskala

eingeordnet werden; diejenigen Empfindungen, welche den verschieden starken Muskelspannungen korrespondieren, müssten ja nun aber ebenfalls nur qualitativ verschieden sein, der Uebergang von der Spannung a zur Spannung b müsste mithin wieder mit dem Uebergang von p zu q unvergleichbar sein; die schwache Spannungsempfindung wäre in der starken Spannungsempfindung ebensowenig enthalten wie die schwache Lichtempfindung in der starken Lichtempfindung. Wollten wir die somit nur qualitativ verschiedenen Spannungsempfindungen auch in eine Intensitätsreihe ordnen, so müssten wir wieder an eine noch dahinterstehende Instanz appellieren, kurz von einer Lösung des Problems wären wir weit entfernt.

Dem steht nun vor allem die wichtige Thatsache gegenüber, dass die Voraussetzung bezüglich der Natur unserer Muskelempfindungen durchaus nicht zutrifft; den Muskelempfindungen kommt eine völlig exceptionelle Stellung zu, die schwache Muskelempfindung ist in der That in der starken enthalten und beide sind nicht qualitativ voneinander verschieden, sondern nur durch ihre zeitliche Dauer und räumliche Ausdehnung. Die Psychophysik des Bewegungs- und Muskelsinns ist ein Gebiet, auf welchem trotz der vortrefflichen Arbeiten von G. E. Müller, Goldscheider, Löb u. a. doch das meiste noch zu schaffen übrig ist. Je mehr wir die centrale Rolle des Muskelsinns in der Psychophysik kennen lernen, je mehr wir einsehen, dass alles das, was man früher als Thätigkeit der Seele, als subjektive Leistung der objektiv bedingten Wahrnehmung gegenüberstellte, im Grunde nichts anderes ist als die Wahrnehmung der centrifugal ausgelösten muskulären Körperreaktionen, desto dringender wird das Bedürfnis, mit allen Hilfsmitteln exakter Forschung über die vorliegenden Anfänge psychologischer und physiologischer Analyse hinauszukommen. Wir müssen genau wissen, welche Bedeutung den Muskeln, den Sehnen, den Gelenken, der Haut u. s. w. zukommt und müssen auf psychischer Seite

zwischen Bewegungs-, Spannungs-, Widerstands-, Kraft-, Lage-, Schwere-, Ermüdungs-, Innervationsempfindungen und mancherlei verwandten Erlebnissen genaueste Unterscheidung machen, denn so viel wenigstens wissen wir schon heute, dass wer alle jene subjektiven Vorgänge unterschiedslos durcheinanderwirft, ungefähr gerade so verfährt wie derjenige, welcher alle von aussen her angeregten Empfindungen, Ton und Licht und Geruch und Temperatur ohne Unterschied im Ausdruck vermischen wollte.

So wenig nun auch, wie gesagt, von einer endgültigen Aufhellung vorläufig die Rede sein kann, so entschieden haben auch die neuesten Untersuchungen keinen Grund ergeben, von derjenigen Anschauung abzuweichen, derzufolge die Bewegungsempfindung sowohl wie die Spannungsempfindung von Muskel, Sehne und Gelenk gemeinsam ausgelöst werden. Goldscheiders „indifferente Sensation“ bei passiver Bewegung um minimale Winkel wird ja in der That reine Gelenksempfindung sein; die gesamte Bewegungsempfindung aber als Gelenkempfindung zu betrachten, das geht nicht an. Sobald die indifferente Sensation sich in Bewegungsempfindung von bestimmter Richtung verwandelt, tritt zu der Gelenkerregung jedenfalls eine Muskelerregung hinzu. Und ebenso ist bei der Spannungsempfindung der Druck der Knochenenden in den Gelenken sicher ein wichtiger Faktor; der Muskel aber, und zwar vornehmlich sein sehniger Teil, scheint doch die wesentlichste Quelle der betreffenden Erregung zu bilden.

Wir können nun aber hier zunächst ganz davon abstrahieren, mit welchem Anteil Muskel, Sehne und Gelenk zusammenwirken und wie sich Spannungs- und Bewegungsempfindungen unterscheiden; bezeichnen wir vielmehr diese ganze gemischte Empfindungsgruppe mit dem herkömmlichen Namen als Muskelempfindung, und sehen ab von jenen stärksten Kontraktionen, bei denen unangenehme oder gar schmerzhafte Dehnungen, Zerrungen, Pressungen mit hineinspielen.

so müssen wir nun auf Grund der Selbstwahrnehmung daran festhalten, dass die Muskelempfindung erstens nicht einen Zustand, sondern eine Veränderung zum Ausdruck bringt und zweitens in jeglichem Stadium inhaltlich unverändert bleibt, nur bezüglich zeitlicher und räumlicher Ausdehnung wechselt. Bleiben wir bei der ersten Behauptung stehen, so darf uns nicht die Thatsache irre führen, dass wir uns über den Zustand unserer Gliederlage ja ebenfalls zu orientieren vermögen. In der That verfügen wir über Lageempfindungen, obgleich es zweifelhaft ist, ob wir uns dieselben nicht erst durch erneute Kontraktionen und dadurch hergestellte Hautempfindungen in dem Augenblick hervorrufen, in dem wir uns über unsere Lage eine Vorstellung bilden wollen. Jedenfalls aber sind die Spannungs- und Bewegungsempfindungen von jenen Lageempfindungen durchaus unabhängig; die Bewegungsempfindung auf eine schnelle Succession verschiedener Lageempfindungen zurückzuführen, geht nicht an. Nicht die vorhandene Spannung, sondern die Spannungszunahme, nicht die Gliederlage, sondern ihre Bewegung affiziert unser Bewusstsein.

Aber diese Thatsache findet nun ihre Ergänzung in jenem so sehr übersehenen Umstand, dass jene Aenderungsempfindung in jedem Stadium inhaltlich dieselbe bleibt; sie wächst nicht an, sie verändert sich nicht qualitativ, sie bleibt dieselbe und von der Grösse der objektiven Veränderung hängt nur die Dauer ihres Bestehens und der Umfang ihrer Ausbreitung ab. Ob der Spannungszustand a in b oder p in q übergeht, in beiden Fällen ist die Veränderungsempfindung dieselbe, und wenn a durch b zu c fortschreitet, so ist a c gegenüber a b nicht ein ganz neuer Bewusstseinsinhalt, wie ein starker Ton gegenüber einem schwachen, sondern die Veränderungsempfindung a b hält jetzt lediglich länger an, so dass a b wirklich in a c als zeitlich erster Teil enthalten ist und die Veränderung b c einfach zu a b zeitlich hinzu addiert ist, damit a c entsteht, ein Verhalten, dem kein Empfindungs-

gebiet etwas ähnliches an die Seite stellen kann. Auf jedem anderen Gebiet entspricht dem Anwachsen des Reizes eine inhaltliche Veränderung der Empfindung, derart, dass jeder Reizstufe ein ganz neuer Bewusstseinsinhalt entspricht, der an sich mit den früheren unvergleichbar ist; in der starken Lichtempfindung war niemals die schwache enthalten, sondern beide waren ganz heterogene Erlebnisse. Beim Muskelsinn dagegen handelt es sich für jedes Muskelgebiet nur um einen einzigen inhaltlich bestimmten Bewusstseinsinhalt, der beim Anwachsen des Reizes, beim Stärkerwerden der Spannung oder Bewegung, nicht etwa sich verändert, sondern lediglich länger andauert, so dass dem starken Reiz eine Empfindung entspricht, welche durch successive Aneinanderfügung aus den psychischen Repräsentanten des schwächsten Reizes entsteht.

Das hindert natürlich nicht, dass wir nach wie vor von einer Intensitätszunahme unserer Muskelempfindung sprechen; wir haben uns einfach daran gewöhnt, die Empfindung als stärker zu bezeichnen, wenn sie länger anhält und auf benachbarte Gebiete allmählich übergreift, eine Auffassung, die selbstverständlich erscheint, weil mit der zeitlichen Dauer in der That der Bewegungseffekt wächst und überdies bei noch weiterer Andauer jener Punkt erreicht wird, bei dem sich störende Nebenempfindungen hineinmischen, während wir gewohnt sind, die schmerzhafte Empfindung als äusserste Stärke der Empfindung aufzufassen. — Wäre dem nicht so, so würde ja, um nur an eines zu erinnern, es unverständlich sein, wie bei den psychophysischen Gewichtsversuchen jede beliebige Stellung des hebenden Armes als Nullpunkt gelten konnte. Würde die Empfindung wachsen mit dem Kontraktionsgrad, so müsste ja jede Veränderung der Armstellung ganz andere Empfindungen erzeugen, es müsste also die Hebeempfindung bei stumpfwinkliger Ellbogenbeugung mit der bei rechtwinkliger völlig differieren, und dennoch sehen wir alle Versuchspersonen die schon vorhandene Kontraktion der Armmuskeln

unberücksichtigt lassen und nur die Kontraktionszuwüchse von jeder beliebigen Ausgangsstellung aus vergleichen.

Jetzt verstehen wir auch, weshalb gerade die Muskelempfindung die Grundlage aller physikalischen Messung ist. Wir hatten ja gesehen, dass alles Messen auf Vergleichen der Raum-, Zeit- und Massenwerte zurückführt, und dass diese drei Eigenschaften der Dinge von allen anderen Eigenschaften sich dadurch unterschieden, dass nur sie bei jeglicher Teilung des Objekts in jedem Teile wiederkehrten, aber jedem Teil in geringerem Mass zukamen als dem Ganzen, so dass die Eigenschaft des Ganzen aus den Eigenschaften der Teile zusammengesetzt werden konnte. Der farbige ausgedehnte Gegenstand war, wenn er geteilt wurde, in jedem Teil ebenso farbig, wie das Ganze, seine Ausdehnung war in jedem Teil geringer, so dass er in eine bestimmte Anzahl Teile von bestimmter einheitlicher Ausdehnung zerlegt werden und dadurch gemessen werden konnte. Jetzt können wir das auf seine psychologische Grundlage zurückführen. Die Farben- oder Ton- oder Geruch- oder Temperaturempfindung lässt sich nicht zerlegen, weil die starke Empfindung psychologisch nie ein Multiplum der schwachen ist; viele Empfindungen schwacher Wärme bilden nie eine Hitzeempfindung. Die Muskelempfindung aber, die wir als Mass von Raum, Zeit und Masse erkannt hatten, lässt sich in der That zerlegen; die stärkere Empfindung enthält in sich die schwächere, insofern die scheinbare Intensitätsabstufung nur längere oder kürzere Dauer einer gleichbleibenden Empfindung bedeutet. Die Bewegungsempfindung ist, wenn der Arm zwei Decimeter tastend durchmisst, keine andere, als wenn er nur einen Decimeter sich fortbewegt; sie dauert lediglich noch einmal so lang, die zweite Empfindung ist also thatsächlich in der ersten zweimal enthalten.

Ganz allein in dieser spezifischen Eigenschaft der Muskelempfindung, sich nur durch zeitliche Ausdehnung einer gleichbleibenden Empfindung zu verstärken, beruht die Mög-

lichkeit aller Raum-, Zeit- und Massenmessung und somit aller physikalischen Messung überhaupt. Gerade hierauf wird nun aber auch ihre Bedeutung für die Empfindungsmessung beruhen, denn wenn jeder Reizintensität eine bestimmte Spannungsstärke entspricht und die bei Reizänderung eintretende Spannungsänderung uns als Muskelempfindung ins Bewusstsein tritt, so müsste diese Muskelempfindung je nach der schon vorhandenen Spannungsstärke eine andere sein, wenn sie wie andere Empfindungen wirklich inhaltliche Verschiedenheiten je nach ihrer Stärke besässe. Dadurch aber, dass sie überhaupt nur einen Inhalt hat und ihre Unterschiede im Wechsel ihrer zeitlichen Dauer bestehen, wird, wenn Spannung a in b übergeht, die Empfindung keine andere sein, als wenn Spannung p zu q übergeführt wird; in einem Fall wird sie kürzer oder gleich oder länger andauern als im andern, aber im übrigen identisch sein und eben deshalb eine Messung ermöglichen, denn die länger anhaltende Empfindung können wir ja nun genau so an der kürzeren messen, wie wir es dann thun, wenn wir Raum- oder Zeit- oder Massegrössen messen.

Ist die aus der Spannungszunahme bei einem Reizpaar resultierende Muskelempfindung gleich der aus der Spannungszunahme bei einem andern Reizpaar, so nennen wir den Empfindungsunterschied der beiden Reizpaare gleich; dauert die eine Muskelempfindung länger als die andere, so nennen wir den Empfindungsunterschied grösser und schon von hier aus lässt sich übersehen, dass es durchaus nichts theoretisch Unsinniges enthält, wenn wir von einem Empfindungsunterschied behaupten wollten, er sei fünfmal so gross als ein anderer; dieses Urteil würde sich dann einfach darauf stützen, dass die Muskelempfindung fünfmal so lange angehalten habe und nichts anderes liegt doch zu Grunde, wenn wir einen Stab als fünfmal so lang bezeichnen wie einen andern.

Wenn wir so die skizzierte Theorie der Empfindungs-

messung uns biologisch und psychophysisch näher gerückt haben, müssen wir nunmehr zunächst uns umsehen, ob Einwände naheliegen oder bekannte Thatsachen dieselbe unterstützen. Da scheint denn ein Thatsachenkreis ganz besonders zum Einwand geeignet, nämlich die Erfahrungen bezüglich Tondistanzvergleichung. Unsere Theorie hatte behauptet, dass, gleichviel ob die Reize qualitativ oder quantitativ verschieden sind, alle Empfindungen zunächst nur qualitativen Unterschied aufweisen, die Aussage, dass zwischen den Empfindungen a und b ein ebenso grosser Unterschied besteht wie zwischen p und q, zunächst also sinnlos sei, da alle vier Empfindungen ganz heterogene Bewusstseinsinhalte sind. Wir sagten, dass ein solches Messen und Vergleichen der Unterschiede mithin für die Empfindungen an sich unmöglich sei, dagegen bei allen den Empfindungen, welche quantitativ verschiedenen Reizen entsprechen, thatsächlich dadurch möglich würde, dass sich die Empfindungen mit reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen verbinden und die Aenderungen derselben eigentümliche Spannungsempfindungen erzeugen, welche sich als Massstab für die Empfindungsunterschiede darbieten. Nun scheint diese ganze Argumentation dadurch hinfällig, dass wir in den Tönen eine Mannigfaltigkeit von Reizen kennen, welche nicht quantitativ, sondern nur qualitativ von einander verschieden sind und bei denen wir dennoch die Empfindungsdistanzen untereinander vergleichen können. Sind uns zwei Quinten in zwei verschiedenen Oktaven gegeben, so sind die vier Tonempfindungen vier völlig heterogene Bewusstseinsinhalte und dennoch hat es für uns klaren Sinn, wenn wir sagen, das Intervall in der einen Oktave sei gleich dem Intervall in der anderen. Ein ähnliches Verhalten könnte ja vielleicht auch in den Intensitätsreihen vorliegen, die Theorie, welche Spannungsempfindungen zu Hilfe nimmt, wäre somit überflüssig.

Gerade dieser Einwand aber muss uns zur Stütze werden, denn wer die Psychophysik der Tondistanzvergleichung an

musikalisch Ungeübten prüft, der kann sich darüber nicht täuschen, dass die Bildung von Distanzurteilen auch bei der Tonreihe auf accessorischen Spannungen beruht und wir ohne dieselben wohl eine Reihe qualitativ verschiedener Töne aufnehmen würden, dagegen wie bei den Farben oder Gerüchen niemals die Unterschiede zweier Empfindungen abzumessen versuchen würden. Den Unterschied zwischen Ton c und d gleich dem Unterschied zwischen d und e zu setzen, hätte, wenn jene Tonveränderungen nicht bestimmte Spannungsänderungen hervorriefen, die ihrerseits in beiden Fällen gleiche Empfindungen erzeugen, zunächst nicht mehr Sinn, als wenn wir den Unterschied zwischen Nelken- und Rosenduft gleichsetzen dem zwischen Rosen- und Veilchenduft. Um welche Spannungen es sich dabei handelt, ergibt sich aus den speziell angestellten Versuchsreihen leicht, nur ist hier nicht der Ort, über solche Untersuchungen im Rahmen dieser Studie ausführlich zu berichten.

Ich habe über die Vorgänge der Tondistanzschätzung reichhaltiges Material gesammelt mit besonderer Berücksichtigung der ganz Unmusikalischen; ich werde demnächst ganz eingehend darüber referieren und dann die Gelegenheit wahrnehmen, frühere Arbeiten und fremde Anschauungen über diesen Punkt ausführlich zu besprechen. Hier liegt mir nur daran, auf einige Resultate hinzuweisen; ich lasse dabei unerörtert, wie weit sich meine Versuche mit älteren decken, wie weit sie denselben widersprechen. Es ergab sich, dass alle Distanzurteile zwei ganz verschiedenen Gruppen angehören; in der einen ist die relative Schwingungszahl entscheidend, in der anderen die absolute Schwingungszahl, eine Trennung, die auch von Wundt schon berücksichtigt wurde. Die der relativen Schwingungszahl entsprechende Schätzung kommt lediglich bei musikalisch Geübten vor; alle musikalisch Ungeübten halten diejenigen Distanzen für gleich, bei denen der Schwingungszahlunterschied dieselbe absolute Grösse hat.

Es ergab sich nun, dass diese beiden Schätzungsarten, bei denen selbstverständlich die Schwingungszahl als solche überhaupt nicht ins Bewusstsein tritt, andere Zwischenglieder also vorliegen müssen, psychophysisch ganz verschiedene Unterlage haben. Nur die musikalische Distanzschätzung bezieht sich auf den eigentlichen Ton; der Schätzungsmassstab liegt hier in denjenigen Muskelspannungen, welche reflektorisch im tonproduzierenden Apparat, im Kehlkopf, ausgelöst werden. Dass ein solcher, der Uebung in hohem Masse zugänglicher Reflexmechanismus zwischen Ohr und Stimmapparat existiert, zeigt sich bei allem Nachsingen, besonders aber durch die Erleichterung, welche das Anschlagen eines Tones für das Produzieren desselben gewährt. Dieser Reflexbogen ist nun individuell sehr verschieden ausgebildet; Anlass, ihn im Kampf ums Dasein zu züchten und auszubilden, lag im allgemeinen nicht vor und so variiert er bedeutend; eben hierauf, nicht auf der Entwicklung des tonaufnehmenden Gehirnapparates, beruht das Wesen der musikalischen Begabung.

Der musikalisch Unbegabte hat dieselben Tonwahrnehmungen wie der Begabte, sie verbinden sich aber bei ihm nicht mit denselben Kehlkopfspannungen wie bei diesem, und mit den Spannungen fehlen ihm natürlich die Spannungsempfindungen, die sich für den Geübten aufs festeste mit den Tonempfindungen verbinden. Der Geübte innerviert nicht erst den Kehlkopf, sondern die Spannungsempfindung wird mit der Tonempfindung ohne weiteres in der Erinnerung reproduziert, ein Verhältnis, ähnlich dem zwischen der Reizung verschiedener Netzhautpunkte und der Innervation derjenigen Augenbewegungen, welche nötig sind, um den Reizpunkt zur Stelle deutlichsten Sehens überzuführen. Dieser Reflexbogen zwischen dem Sehnerv und den Augenmuskeln ist freilich für den Organismus sehr viel notwendiger als der zwischen Gehörsnerv und Stimmmuskeln; er ist deshalb in phylogenetischer Entwicklung sehr viel konstanter geworden als dieser,

aber gemeinsam ist beiden, dass nach einiger Uebung die wirkliche Ausführung der Bewegung durch Associationen mit entgegenwirkender Bewegungstendenz gehemmt zu werden pflegt und die Bewegungsempfindung sich dennoch der Wahrnehmung zugesellt. Der seitliche Lichtpunkt erhält somit auch im indirekten Sehen seine zugeordnete Bewegungsempfindung und eben dadurch seine Einordnung in den Gesichtsraum; ebenso hemmt der musikalisch Begabte nach einiger Uebung den Anstoss zur Stimmeinstellung, reproduziert vielmehr ohne ausgeführte Bewegung die betreffende Spannungsempfindung und jeder Ton erhält so ohne weiteres seine Einordnung in die musikalische Tonreihe. In derselben gleiche Distanzen abmessen, bedeutete also lediglich, durch den Muskelsinn gleiche Spannungsänderungen feststellen; die Hervorhebung gewisser Spannungsänderungen von bestimmter Grösse, d. h. die Aussonderung der eigentlich musikalischen Intervalle wurde dabei natürlich stets von der Konsonanz der Obertöne reguliert.

Musikalisch Geübte sind somit selbstverständlich die untauglichsten Objekte, um den psychophysischen Mechanismus der Intervallschätzung zu untersuchen. Bei solchen Personen, die musikalisch nicht unbegabt, aber wenig geübt sind, tritt dagegen sehr häufig bei einschlägigen Versuchen die thatsächliche Ausführung der Kehlkopfeinstellung bei Intervallvergleichung direkt ins Bewusstsein. Liess ich zwei verschiedene Intervalle in verschiedenen Oktaven mit einander so vergleichen, dass die Versuchsperson angeben sollte, ob das zweite Intervall grösser, gleich oder kleiner sei, so hat von den Unmusikalischen, die, wie gesagt, einen ganz anderen Schätzungsmassstab haben, kein einziger ausgesagt, dass er innerlich mitsingt; wenn ich direkt danach fragte, wurde es jedesmal ausdrücklich verneint; das Resultat war dann aber auch ausnahmslos eine Gleichsetzung der Intervalle von gleichem, absolutem Schwingungszahlunterschied. Von den Musikalischen dagegen, unter denen ich die wirklich Geübten grundsätzlich

von jeder Prüfung ausschloss, haben die meisten, ohne dass ich sie darauf hinlenkte, von selber angegeben, dass sie die Intervalle innerlich mitsingen, d. h. sie empfanden die Muskeleinstellungen des Kehlkopfes. Interessant ist, dass zwei verschiedene Personen, als ich fragte, wie sie solche Vergleichung vornehmen, übereinstimmend behaupteten, dass sie eigentümliche Empfindungen in den Backen hätten, an denen sie die Gleichheit der Intervalle merkten; es stellte sich heraus, dass beide Personen nicht singen, aber im Pfeifen geübt sind; der Reflexbogen zwischen Akustikus und Wangenmuskulatur ist dort jedenfalls der entwickeltere.

Noch wichtiger ist bei mässig Begabten das nicht seltene Ergebnis, dass sie bei zwei Tönen mit kleinem Intervall, vornehmlich bei viertel und halben Tönen mit Bestimmtheit angeben können, dass beide Töne verschieden sind, dagegen unfähig sind, anzugeben, welcher Ton der höhere ist. Es werden hier offenbar von beiden Tönen verschiedene Empfindungen erzeugt, aber der Reflexbogen zum Stimmapparat ist zu wenig ausgebildet, um bei der geringen Distanz Spannungsänderungen von merklichem Empfindungswert zu erzeugen. Es besteht für nahe beieinander liegende Töne dort dasselbe Verhältnis, das für alle Töne bestehen würde, wenn sie überhaupt ohne muskuläre Reaktionen unseres Organismus wahrgenommen würden; die Töne würden als verschieden aufgefasst, aber es würde keinen Sinn haben, diesen Verschiedenheiten eine bestimmte Richtung zuzuschreiben oder sie aneinander zu messen. Viele andere Ergebnisse könnte ich unterstützend erwähnen, etwa dass ich Neigung konstatierte, den zweiten Ton für höher zu halten, und ebenso den stärkeren Ton zu hoch zu schätzen, und manches andere, das durch die Spannungstheorie leicht erklärt werden kann. Ich breche hier ab und werfe einen Blick nur noch auf die Distanzschätzung der Unmusikalischen, bezüglich derer meine späteren Mittheilungen besonders mannigfaltiges Detail zu geben im stande sein werden.

Die Untersuchung ist hier leicht anzustellen, da bei den hier nötig werdenden grossen Intervallen die Prüfung einfach am Klavier erfolgen kann. Es ist mir nun keine einzige Person begegnet, für welche die Frage, welches von zwei Intervallen grösser sei, überhaupt sinnlos war. Dagegen musste oft, obgleich ich nur Gebildete, meist Studierende, prüfte, bei identischem Grundton das eine Intervall kleiner als die Terz, das andere grösser als zwei Oktaven, zuweilen sogar grösser als drei Oktaven sein, damit das Urteil, welche Distanz grösser ist, in jedem Falle richtig gefällt werden konnte. Ebenso prüfte ich zahlreiche Personen, die nur dann richtig angeben konnten, welcher von zwei Tönen der höhere ist, sobald das Intervall in mittleren Lagen grösser als eine Quinte war. Immerhin fand sich doch schliesslich auch beim Unmusikalischsten eine Intervallgrösse, jenseits derer die Intervallvergleichung denselben Sinn hatte wie die Vergleichung kleiner Distanzen beim Musikalischen; es stellte sich, wie gesagt, heraus, dass hier nun objektiv der absolute Schwingungszahlunterschied entscheidet. Ein Ton wird dann für die Mitte zwischen zwei anderen erklärt, sobald er von den beiden anderen um gleiche Schwingungszahl verschieden ist, während der Musikalische natürlich den Ton als Mitte bezeichnet, dessen Schwingungszahl die mittlere Proportionale zwischen den Zahlen der beiden anderen Töne bildet.

Von einem inneren Mitsingen ist hier, wie erwähnt, keine Rede. Dagegen gilt nun hier es vor allem, dass mit der Unfähigkeit, die Richtung einer Veränderung anzugeben, durchaus nicht die Unfähigkeit vorliegt, einen qualitativen Unterschied wahrzunehmen. Versuchspersonen, welche in keinem Falle sicher anzugeben wussten, ob von zwei um eine grosse Terz entfernten Tönen in mittlerer Klavierlage der zweite höher oder tiefer sei, konnten eine Verschiedenheit von einem halben Ton stets richtig als Verschiedenheit feststellen; wenn ich in unregelmässiger Folge bald einen Ton

zweimal anschlug, bald einen Ton und den um einen halben Ton höheren, so empfanden sie in letzterem Fall fast jedesmal, dass eine Verschiedenheit vorlag, während sie die Richtung der Verschiedenheit vielleicht erst bei der Sexte oder Septime mit Sicherheit feststellen konnten. So unmusikalische Individuen sind nicht selten, sie bleiben nur meist unbeachtet, weil der Unmusikalische in Musikfragen nicht geprüft zu werden pflegt. Wer sich dagegen experimentell mit den Intervallschätzungen völlig Unmusikalischer beschäftigt hat, der wird selber die dem Musikalischen zunächst fremdartig erscheinende Anschauung gewonnen haben, die sich mir aus den Versuchen aufgedrängt hat.

Es ergibt sich nämlich, dass diese Intervallschätzung derjenigen, welche nicht Kehlkopfspannungen innervieren, also unmusikalisch sind, gar nichts mit dem eigentlichen Ton zu thun hat, sondern sich auf ein geräuschartiges Element des Tones bezieht, das mit der Schwingungszahl stetig sich verändert, und dessen Intensitätsunterschiede beurteilt werden. So wie bei jeder Lichteinwirkung mit der chromatischen Erregung eine achromatische verbunden ist, die in hohem Masse von der chromatischen unabhängig ist, so muss bei jeder Toneinwirkung mit der musikalischen eine musikalisch indifferente Erregung verbunden sein, welche die Vorstellung der Tiefe und Höhe erweckt und welche wahrscheinlich im Vorhof aufgenommen wird, während die musikalische Erregung auf die Schnecke wirkt. Bei den Farben ergibt die Anordnung nach der Schwingungszahl eine Reihenfolge, welcher das Intensitätswachstum der achromatischen Reizung bekanntlich nicht entspricht; würden wir dagegen die Farben, statt nach der Schwingungszahl, nach der Intensität des achromatischen Elementes ordnen, so würden wir, was bei der gewöhnlichen Anordnung unmöglich wäre, jetzt ebenfalls Distanzurteile fällen können und zwischen zwei Farben die in der Mitte liegende dritte bestimmen können. Bei den Tönen schafft

die Anordnung nach der Schwingungszahl, die für den Musikalischen sich aus dem stetigen Wachstum der Kehlkopfspannungen von selbst ergibt, eine Reihenfolge, der auch das Wachstum der musikalisch indifferenten Erregung vollkommen entspricht; der musikalisch tiefere Ton hat also stets auch die stärkere indifferente Erregung.

Es ergibt sich daraus leicht, dass Distanzurteile auch für den Unmusikalischen möglich sind, dass aber diese Distanzurteile mit denen des Musikalischen lediglich die Richtung gemeinsam haben, der eigentliche Massstab ein ganz verschiedener ist, dort der relative, hier der absolute Schwingungsunterschied. Es ergibt sich daraus des weiteren, dass, wie wir sahen, die qualitative musikalische Erregung als verschieden aufgefasst werden kann, ohne dass die Richtung des Unterschieds erkannt wird, denn da bei dem Unmusikalischen die Spannungen im Stimmapparat fehlen, kann die Richtung erst dann erkannt werden, sobald die Intensität der musikalisch indifferenten Erregung eine so verschiedene ist, dass die von ihr ausgelösten sekundären Spannungen sich bemerkbar machen; wir sahen, dass dieser Fall nicht selten erst bei überaus grossen Intervallen eintritt. Wie sich mit dieser Auffassung die Schätzungsverschiedenheiten bei verschiedenen Instrumenten, bei verschiedener Tonstärke, vor allem die unzähligen individuellen Variationen der musikalischen und musikalisch indifferenten Gehörsfähigkeiten aufs einfachste erklären lassen, muss ich anderem Orte vorbehalten.

Hingewiesen sei nur noch darauf, dass bezüglich der kleinsten unterscheidbaren Tondistanzen sowohl für den Musikalischen wie für den Unmusikalischen ein wesentlicher Unterschied darin besteht, ob nur eine Verschiedenheit der Töne oder aber die Richtung dieser Verschiedenheit bemerkt wird; das erstere bezieht sich auf die centrale Tonwahrnehmung, das zweite auf die beim Musikalischen von der Tonnuance, beim Unmusikalischen von der accessorischen Erregungsinten-

sität reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen. Die Methode der minimalen Aenderungen erlaubt nicht, beide Probleme zu trennen, da die Versuchsperson vorher weiss, in welcher Richtung die Aenderung erfolgen wird; die wahrgenommene Verschiedenheit muss mithin sofort als Verschiedenheit nach der erwarteten Richtung aufgefasst werden. Bei der Beurteilung der vorliegenden älteren Untersuchungen darf diese Thatsache nicht übersehen werden.

Wir haben die Tondistanzschätzung, mit kurzer vorläufiger Mitteilung eigener Versuche, etwas eingehender würdigen müssen, da sie, oberflächlich aufgefasst, in der That unsere gesamte Theorie der Empfindungsmessung widerlegen würde. Wenn es wirklich ein Sinnesgebiet gäbe, auf dem Unterschiede der Empfindungen beurteilt, verglichen, abgemessen werden können, ohne dass die den verschiedenen Empfindungsintensitäten zugestellten Muskelspannungen in Frage kommen, so dürfte niemand die Möglichkeit bestreiten, dass zwischen den verschiedenen Empfindungen, auch wenn sie verschieden starken Reizen entsprechen, unmittelbare Distanzurteile gefällt werden können, ohne dass sekundäre Spannungen zur Erklärung herbeigezogen werden. Nähere Prüfung zeigt nun gerade umgekehrt, dass auch auf jenem Gebiet der Töne Distanzurteile nicht möglich wären, wenn nicht sekundär bestimmte Spannungen ausgelöst würden, sei es, dass die Tonqualität Spannungen im Kehlkopf erzeugt, sei es, dass die dem Ton beigesellte, musikalisch indifferente Erregung eine mit der Stärke wachsende Spannung der zugeordneten Muskulatur hervorruft; beim Musikalischen existiert beides, nur wird das zweite meist unbeachtet gelassen, beim Unmusikalischen ist es allein vorhanden. In jedem Falle also basiert auch die Messung der Tondistanzen ausschliesslich auf den Aussagen des Muskelsinns und weit entfernt, die Theorie der Intensitätsmessung mittels Spannungsempfindung zu widerlegen, beweist vielmehr auch die Psychophysik der musikalischen Intervallschätzung, dass alle

Empfindungen nichts als heterogene Bewusstseinsinhalte sind, die für uns unvergleichbar bleiben und von deren Distanz zu sprechen sinnlos ist, so lange nicht Muskelempfindungen hinzutreten und durch die associierten Muskelempfindungen sich feste Reihen mit abmessbaren Distanzen bilden.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass ähnliches über diejenige Gruppe von Bewusstseinsinhalten gilt, bei welchen allein noch neben den Empfindungsintensitäten und den musikalischen Tönen von einer Unterschiedsgleichsetzung die Rede zu sein pflegt: die Gemütsbewegungen. Das übliche Beispiel ist, dass der Gewinn von zehn Mark, solange wir nur hundert Mark besitzen, uns einen ebenso grossen Zuwachs an freudigen Gefühlen beschert wie der Gewinn von zehntausend Mark, sobald wir hunderttausend Mark haben. Dass einer solchen Gefühlsvergleichung, so ungenau sie auch sein muss, ein gewisser Sinn zu Grunde liegt, ist zweifellos; wir haben hier also vier verschiedene freudige oder vier verschiedene schmerzliche Erregungen und können den Uebergang von a zu b dem Uebergang von p zu q als gleich bezeichnen, können somit die beiden Unterschiede vergleichen und messen, ohne dass wir von diesen vier Gefühlen zunächst etwas anderes aussagen können, als dass es völlig verschiedene Bewusstseinsinhalte sind.

Betrachten wir den Vorgang aber näher, so können wir uns darüber nicht täuschen, dass er einfach dem Vorgang der Vergleichung verschiedener Empfindungsintensitäten subsumiert werden muss und somit der Theorie nicht widerspricht, sondern in ihr eben seine einfache Erklärung findet. Die Affektenlehre hat uns ja neuerdings in wachsendem Masse gezeigt, dass alle jene organischen Veränderungen, welche man früher als Wirkungen der Gemütsbewegungen aufgefasst hat, thatsächlich die psychophysische Grundlage der Gemütsbewegung bilden. Eine bestimmte, von Vorstellungen begleitete centrale Erregung erweckt centrifugal gewisse Veränderungen

im Tonus der Blutgefässe, in der Spannung der Gliedermuskeln, in der Sekretion der Drüsen u. s. w., und alle diese peripheren Vorgänge rufen centripetal eine Reihe entsprechender sensorischer Erregungen, also die Empfindung gesteigerter Blutzufuhr, anwachsender Gliederspannung u. s. w. in bestimmten Teilen hervor; diesen ganzen Empfindungscomplex, zumal wenn er auf den Ablauf der primären Erregungen zurückwirkt, nennen wir Gemütsbewegung. Der Affekt löst sich damit der Hauptsache nach in einen Complex von Organempfindungen auf, von denen jede einzige bei zunehmender Stärke der Gemütsbewegung an Intensität zunehmen wird. Für jeden Affekt ist eine bestimmte Empfindung besonders charakteristisch, etwa die Empfindung des Druckes auf die Brust oder des Stechens in der Herzgegend oder der Erschlaffung im Gesicht und ähnliches; die Intensität dieser hervorstechenden Empfindung wird uns subjektiv ein Mass für die Stärke des Affektes sein und die Intensitätsunterschiede werden somit genau so verglichen werden können wie die Unterschiede verschieden starker Gewichts- oder Temperaturempfindungen.

Es gibt somit buchstäblich keinen Fall, in welchem Empfindungsunterschiede messbar wären, ohne dass es sich um Intensitätsunterschiede handelt, mit Ausnahme der Tonschätzung seitens der Musikalischen; die Affektvergleichung ebenso wie die Tonschätzung der Unmusikalischen sahen wir der Intensitätsvergleichung sich unterordnen. Nun beruht die Intervallvergleichung der Musikalischen auf Spannungsempfindungen, alle Intensitätsvergleichung beruht ebenfalls auf Spannungsempfindungen; es gibt also keinen einzigen Fall, in welchem nicht die Messung der Bewusstseinsinhalte Funktion des Muskelsinns wäre.

Nun scheint bei alledem ein anderer Einwand nahezuliegen. Wie soll es möglich sein, dass unser Muskelsinn unseren Bewusstseinsinhalt so mannigfaltig beeinflusst, ohne dass wir uns seiner bewusst werden? Es muss dabei

auf zweierlei hingewiesen werden. Erstens nämlich ist diese Erklärungsweise durchaus nicht auf die bisher besprochenen Gebiete beschränkt; es handelt sich also in keiner Weise um ein theoretisches Hilfsmittel, das zu den psychologischen Auffassungen anderer Thatsachen im Gegensatz steht, wir sind vielmehr auf Schritt und Tritt in der Psychologie darauf angewiesen, aus den Wahrnehmungen des Muskelsinns die Erklärung abzuleiten und benützen somit für die Intensitätsmessung kein exceptionelles Hilfsprinzip, sondern eines, das für die gesamte Psychologie unentbehrlich ist. Als interessantes Beispiel sei auf die neue Arbeit von Martius [1]) hingewiesen. Er verglich Stäbe von verschiedener Grösse in verschiedener Entfernung; es stellte sich heraus, dass, von einer ganz kleinen Abweichung abgesehen, zwei gleiche Stäbe für gleich gehalten werden, wenn sie auch in erheblich verschiedener Entfernung den Augen dargeboten werden. Erfahrungsmotive bezüglich der Distanz oder der Stabgrösse konnten bei der Versuchsanordnung das Urteil nicht beeinflussen, der unmittelbare sinnliche Eindruck musste genügen, um, trotz des so verschiedenen Gesichtswinkels, trotz der ganz ungleichen Netzhautbildgrösse, dennoch den Eindruck der Gleichheit hervorzurufen, und dieser Eindruck war ebenso lebhaft wie die Ueberzeugung, nichts anderes als den Lichteindruck dabei wahrzunehmen. Es ist selbstverständlich, dass dieser in Wirklichkeit nicht ausreichte, dass vielmehr, was Martius nicht berücksichtigt zu haben scheint, jede Lichtempfindung sich mit bestimmten Empfindungen im Accomodations- und im Convergenzmechanismus verbindet. Die stärkere Accomodation und stärkere Convergenz erregt Muskelempfindungen, welche sich mit dem Lichteindruck so einheitlich verbinden, dass der Complex als einheitliche Erregung aufgefasst wird. Würde der Versuch nur mit einem und

---

[1]) Martius, Die scheinbare Grösse der Gegenstände. In Philos. Studien. Bd. V. S. 601.

überdies atropinisierten, also accomodationsunfähigen Auge angestellt, so würde das Ergebnis ein ganz anderes sein, wenn gleich selbst in diesem Falle die verschiedene Schärfe des Gesichtsbildes Convergenzbewegungen im geschlossenen Auge hervorrufen würde. Dieses Beispiel mag genügen, um zu zeigen, wie die Verschmelzung von Muskelempfindungen mit äusseren Sinnesempfindungen so fest werden kann, dass eine subjektive Auflösung des Complexes unmöglich scheint und wie in solchen Fällen dennoch die Mitwirkung der vom Muskel ausgehenden centripetalen Erregungen notwendig angenommen werden muss, weil der Bewusstseinsinhalt sich verändert, ohne dass ein anderer Reiz als der im Muskel gegebene sich ändert. Wenn zwei Gesichtsgrössen ungleich gross erscheinen, obgleich der Gesichtseindruck genau derselbe ist, ungleich lediglich die Convergenz und die Accomodation ist, so bleibt uns eben nichts anderes übrig als die Annahme, dass die Muskelveränderung ebenfalls, nicht bloss der Netzhautreiz, den Bewusstseinsinhalt beeinflusst hat.

Zweitens aber muss immer wieder daran erinnert werden, dass es ein Unterschied ist, ob eine Organerregung in mir einen Bewusstseinsinhalt erzeugt oder ob ich mir der Organerregung als solcher bewusst werde. Zu letzterem gehört nämlich mehr als die blosse Organerregung; es gehören dazu noch sekundäre Empfindungen, durch welche der Organeindruck lokalisiert und mit der Vorstellung des betreffenden Organs verbunden wird. Soll ich mir einer Organerregung als solcher bewusst werden, so ist die Organempfindung allein mithin nicht ausreichend, sie muss vielmehr zur Grundlage einer zusammengesetzten Vorstellung werden; fehlen diese übrigen Elemente, so regt die Organveränderung zwar ebenfalls auf centripetaler Bahn einen Bewusstseinsinhalt an, derselbe wird aber in seiner isolierten und dadurch unlokalisierten Existenz nicht auf das Organ bezogen, sondern völlig mit den übrigen Bewusstseinsinhalten verschmolzen, ohne als gesonderter Bestandteil erkannt zu werden. Durch

Muskelkontraktionen psychische Eindrücke zu empfangen, die sich mit den übrigen Eindrücken zu neuen Vorstellungen verbinden, ist somit etwas ganz anderes als die Wahrnehmung, dass bestimmte Muskeln sich kontrahieren. Nur von dem ersteren ist die Rede; eine auf Selbstwahrnehmung gestützte Behauptung, dass wir die besprochenen Muskelspannungen als solche gar nicht wahrnehmen, widerspricht mithin in keiner Weise der skizzierten Theorie.

Wenden wir uns nunmehr von der Kritik möglicher Einwände zu der Erwähnung einiger Thatsachen, welche, allgemein bekannt, erst durch die dargestellte Auffassung der Empfindungsmessung eine natürliche Erklärung finden. Weitere Thatsachen werden sich dann aus den neuen Versuchen ergeben.

Zu dieser Gruppe beachtenswerter Erscheinungen gehört nun beispielsweise ein Vorgang, der sich bei den mannigfaltigsten psychophysischen Untersuchungen auf den verschiedensten Gebieten immer wieder einstellt, der aber meist unbeachtet bleibt, sei es, weil ihn die angewandten Methoden maskieren, sei es, weil man nach der bisherigen Auffassung nichts Rechtes mit ihm anzufangen wusste. Die Erscheinung ist die, dass bei wenig verschiedenen Reizen häufig ein Unterschied wahrgenommen wird, ohne dass die Versuchsperson angeben kann, in welcher Richtung der Unterschied sich bewegte. So wie wir bei Tonschätzungen schon erwähnten, dass nicht selten zwei Töne als verschieden erkannt werden, ohne dass der Beurteilende angeben kann, ob der zweite Ton höher oder tiefer sei, so treten auch bei Intensitätsverschiedenheiten, natürlich in enger Reizgrenze, solche Fälle ein, bei denen eine Verschiedenheit der Reize mit Sicherheit behauptet wird, die Richtung der Verschiedenheit aber zweifelhaft ist. Diese Urteile sind natürlich streng zu scheiden von jenen zweifelhaften Fällen, die bei der Methode der richtigen und falschen Fälle eine Rolle spielen; bei diesen handelt es sich um Unsicherheit, ob die Reize gleich oder ungleich sind, hier ist dagegen über diese

Thatsache der Ungleichheit völlige Sicherheit und nur die Art der Ungleichheit zweifelhaft. Meinen gelegentlichen Beobachtungen zufolge bei Untersuchungen in den verschiedensten Sinnesgebieten scheint besonders bei sehr schwachen und sehr starken Reizen diese Unsicherheit häufig, während in den mittleren gewohnten Intensitätslagen die eben merkliche Verschiedenheit meistens sofort als Verschiedenheit von bestimmter Richtung aufgefasst wird.

Auch diese Beobachtung wird durch die Anwendung der im übrigen sehr exakten Methode der minimalen Aenderungen völlig verdeckt, denn sobald die Versuchsperson weiss, in welcher Richtung die Veränderung erfolgen wird, muss sie jegliche Unterschiedswahrnehmung unmittelbar als Verschiedenheit in der erwarteten Richtung auffassen. Die Methode der mittleren Fehler gibt dagegen verhältnismässig häufig zu besagter Beobachtung Gelegenheit. Wir wollen zwei successiv sich bietende Reize einander gleichmachen; wir empfinden, dass sie noch nicht völlig gleich sind, aber wir sind unschlüssig, nach welcher Richtung wir den zweiten Reiz verändern müssen, um ihn dem ersten gleich zu gestalten, ob er zu stark oder zu schwach ist. Gilt dieses nun normalerweise nur von minimal verschiedenen Reizen, so lässt sich die Unterschiedszone, in der solche schwankenden Urteile vorkommen, wesentlich dadurch verbreitern, dass die Aufmerksamkeit willkürlich abgelenkt wird. So berichtet Boas [1]), dass, wenn er seine Aufmerksamkeit durch Anhören eines Musikstückes ablenkte, er geringe Helligkeitsunterschiede, die er bei grösserer Aufmerksamkeit sofort richtig auffasste, jetzt wohl als different wahrnahm, aber kein Urteil darüber abzugeben vermochte, welche Helligkeit die grössere war. Andere berichten ähnliches. Ich selbst stellte, gemeinsam mit Herrn stud. phil. Förster, Versuche mit abgelenkter Aufmerk-

---

[1]) Boas, Eine neue Form des Gesetzes der Unterschiedsschwelle. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 26. S. 596.

samkeit bei Gewichtsvergleichung an, Versuche, über die ich in einem anderen Rahmen zu berichten haben werde. Herr Förster hob zwei verschiedene Gewichte nacheinander und musste angeben, ob das zweite schwerer, gleich oder leichter wäre; bei normaler Aufmerksamkeit wurden die Urteile fast immer sicher ausgesprochen. Wurde die Aufmerksamkeit dagegen dadurch abgelenkt, dass Herr Förster während des ganzen Versuchs laut sprechend Zahlen addierte, so wurde nicht nur die Zone der Gleichheitsfälle erheblich verbreitert, sondern es häuften sich die Fälle, in denen die Versuchsperson angab, dass sie eine Verschiedenheit zwar bemerkt habe, über ihre Richtung aber nichts aussagen könne.

Alles das erklärt sich nur aus der Annahme, dass unsere Intensitätsurteile sich auf einen Faktor stützen, der von der eigentlichen Empfindungswahrnehmung in gewissem Sinne unabhängig ist. Sind die Intensitätsveränderungen von Spannungsänderungen begleitet und sind diese Spannungsänderungen vermittelst entsprechender Spannungsempfindungen die Grundlage unserer Intensitätsschätzung, so ist es einleuchtend, dass die Reizwahrnehmungen schon verschieden erscheinen können, ohne dass die Spannungsempfindung intensiv genug ist, um bemerkt zu werden; wird sie nicht bemerkt, so ist ein Urteil über die Richtung der Intensitätsverschiebung unmöglich. Auch dass dieser Zustand durch Aufmerksamkeitsablenkung begünstigt wird, ergibt sich von selbst. Die Aufmerksamkeit ablenken heisst ja eben, das Muskelsystem einem anderen Reizkomplex anpassen; alle von den Vergleichsreizen reflektorisch auslösbaren Spannungen müssen dadurch gehemmt oder beeinträchtigt werden, und erst bei erheblicher Verschiedenheit der Reize wird die Spannungsempfindung stark genug sein, um bemerkt zu werden.

Uebrigens ergibt eine genaue Selbstwahrnehmung, dass, wie auf dem Boden unserer Theorie eigentlich von vornherein zu erwarten ist, auch genau das Umgekehrte zuweilen vorkommt, dass wir nämlich manchmal geneigt sind, den zweiten

Reiz für stärker oder schwächer zu erklären, während das Erinnerungsbild der beiden Reize uns vollkommen gleich scheint. Hierhin gehören nicht selten die zweifelhaften Entscheidungen bei der Methode richtiger und falscher Fälle. Wir sind dann durch unser eigenes Urteil überrascht; die Entscheidung erscheint uns motivlos, da der Reizeindruck uns keinerlei Verschiedenheit darbietet und wir dennoch den Trieb zu bestimmter Entscheidung spüren. Offenbar handelt es sich in solchen Fällen darum, dass die verschiedenen Reize zwar reflektorisch verschiedene sekundäre Spannungen hervorriefen, ihre primäre sensorielle Wirkung dagegen nicht genügend verschieden war, um differente Empfindungen zu erzeugen. War dort also sensorielle Verschiedenheit, aber keine Spannungsänderung, so liegt hier Spannungsänderung ohne sensoriellen Unterschied vor. Beides ist natürlich durch ungewöhnliche Zustände des Centralapparates bedingt; der normale Zustand bleibt der auch in den Versuchen am häufigsten sich bewährende, dass eine Spannungsänderung stets da vorliegt, wo sensorielle Verschiedenheit wahrgenommen wird oder, wie wir später sehen werden, wahrscheinlicher, dass sensorielle Verschiedenheit nur da wahrgenommen wird, wo Spannungsveränderungen dazutreten.

Ein weiteres Argument zu Gunsten der Spannungstheorie lässt sich dem Umstand entnehmen, dass jede exakte Intensitätsvergleichung *eine Succession der zu vergleichenden Empfindungen* verlangt. Werden die Reize uns simultan geboten und der Unterschied ist kein so grosser, dass schon vermöge eingeübter Associationen im Moment der Wahrnehmung das Urteil, welcher Reiz stärker ist, in uns auftaucht, so müssen wir innerlich von einem Reiz zum anderen successiv übergehen, und wirken die gleichzeitigen wenig verschiedenen Reize nur momentan ein, so erfolgt das Urteil überhaupt nicht auf Grund der Wahrnehmung, sondern erst nach erfolgter successiver Erinnerungsreproduktion. So fanden Merkel u. a. die Unterschiedsschwelle geringer, wenn die

Reize nacheinander einwirkten, als wenn sie gleichzeitig geboten wurden. Wenn wirklich, der üblichen Auffassung gemäss, der Empfindungsunterschied oder das Empfindungsverhältnis unmittelbar beurteilt werden könnte, so müsste der Unterschied am deutlichsten sein, sobald beide Reize zugleich wirken, während wir gerade in diesem Falle doch innerlich genau empfinden, wie wir erst den einen, dann den anderen Reiz beachten. Die Spannungstheorie lässt das notwendig erscheinen, da wir, ihr zufolge, den Empfindungsunterschied ja nur an der Empfindung korrespondierender Spannungsänderung messen, von einer Spannungsänderung aber nur bei successiv eintretenden verschiedenen Spannungen die Rede sein kann.

Auch das Wachsen der Unterschiedsschwelle bei simultaner Einwirkung erklärt sich leicht. Entweder nämlich erwarten wir, dass die Reize ungleich sind; dann müssen wir, um die Empfindung einer Spannungsänderung zu erlangen, die Reize successiv vergleichen, d. h. wir müssen statt der zwei Wahrnehmungen eine Wahrnehmung mit einem Erinnerungsbild vergleichen; die Erinnerung ist aber ungenauer als die Wahrnehmung, die Unterschiedsschwelle wird also wachsen. Oder wir erwarten, dass die Reize gleich sind; dann werden wir beide auch wirklich gleichzeitig aufzufassen bemüht sein. Wir werden dann also uns gleichzeitig beiden Reizen mit einer gemeinsamen Spannung anzupassen bemühen, ein Versuch, der naturgemäss nur dann misslingen wird, wenn die Reize erheblich verschieden sind; bei geringer Verschiedenheit dagegen wird die gemeinsame Spannung über den Wahrnehmungsunterschied hinwegtäuschen, so dass die Unterschiedsschwelle auch in diesem Falle hinausgeschoben wird.

Dieses führt uns nun aber noch zu einem anderen Argument. Wir sahen, dass bei kurz einwirkenden Simultanreizen von geringem Unterschied eine Aussage über die Richtung des Unterschiedes nur dann möglich ist, sobald wir die eine Empfindung in der Erinnerung reproduzieren, um eine Suc-

cession herzustellen. Wir wissen sogar, dass wir in vielen Fällen eine Empfindungswahrnehmung bezüglich ihrer Intensität mit einer Empfindung vergleichen können, die vor verhältnismässig langer Zeit auf uns einwirkte, bei der das Erinnerungsbild also in keiner Weise mehr auf direkte Nachwirkung gestützt ist. Bei den gewöhnlichen Massurteilen bezüglich der Intensität einer Gewichts-, einer Ausdehnungs-, einer Temperaturempfindung pflegt es sich ja freilich nicht mehr um Vergleichung mit Erinnerungsbildern, sondern um direkte Associationen mit Sprachvorstellungen zu handeln. Wenn wir dagegen den Ton eines Instrumentes stärker finden als den eines anderen Instrumentes, das wir vor längerer Zeit gehört; wenn uns die Farbe des Himmels heute heller scheint als gestern; wenn wir durch den Geschmack feststellen, dass eine salzige Lösung einmal konzentrierter ist als ein andermal, oder wenn wir feststellen, dass unser Zahnschmerz jetzt nicht so stark ist, als er vor einem Jahr gewesen, so handelt es sich da doch zweifellos überall um Vergleiche zwischen Wahrnehmung und Erinnerung. Nach der hergebrachten Auffassung ist das Zustandekommen solcher Urteile mehr oder weniger unbegreiflich. Dass die zeitlich so auseinanderliegenden Reizwahrnehmungen nicht unmittelbar eine besondere Unterschiedsempfindung ermöglichen, versteht sich von selbst; es werden also thatsächlich nicht die zwei Wahrnehmungen, sondern die Wahrnehmung mit der Erinnerung bezüglich der Intensität verglichen. Nun kann doch aber darüber kein Zweifel sein, dass das Erinnerungsbild in seinem Empfindungsinhalt — Träume, Suggestionen, Halluzinationen natürlich ausgenommen — weit schwächer in unser Bewusstsein tritt als die Wahrnehmung. Es ist ja schon so oft mit Recht gesagt, dass ein Erinnerungsbild der Sonne nicht blendet, die reproduzierte Empfindung des Heissen nicht schmerzt, kurz, dass die erneuerte Empfindung an Intensität normalerweise weit hinter der Wahrnehmung zurücksteht. Wie ist dann aber eine Vergleichung der Intensitäten

möglich? Es ist leicht ersichtlich, dass dieses Problem für die Spannungstheorie keinerlei Schwierigkeit aufweist. Das Erinnerungsbild besitzt in der That für gewöhnlich nicht die Stärke der Wahrnehmung, dagegen kann es von ebenso starken Spannungen begleitet sein wie diese, und die Spannungsänderungen können sich somit in gleicher Weise wie bei Wahrnehmungen bemerkbar machen.

Einem anderen Gebiet gehört folgende Thatsache an. Die Unterschiede der Kälte und Hitze, des Kitzels und Hautschmerz, des Schwarzen und Weissen entstehen durch Zunahme eines Reizes, aber während die einander nahe liegenden Stufen der Intensitätsskala auch wirklich subjektiv als verschiedene Intensitäten aufgefasst werden, bieten sich die extremen Unterschiede als qualitative Verschiedenheiten dar. Niemand wird dem subjektiven Gefühl folgend Hitze und Kälte für lediglich quantitativ verschiedene Reize halten. Die Spannungstheorie macht das verständlich. Zwischen jenen Extremen liegen nämlich mittlere Punkte, von denen aus nach beiden Richtungen die Spannungsempfindungen entgegengesetzte Tendenz haben. Die Intensitätsskala muss aber, der Theorie zufolge, subjektiv dort abbrechen, wo die gleichartigen Spannungsempfindungen aufhören. Obgleich also der Reiz stetig zu- oder abnimmt, genügt das Umschlagen der einen Spannungsreihe in eine Spannungsreihe von anderer Art, um den Eindruck quantitativer Verschiedenheit in den qualitativer Verschiedenheit überzuführen.

Wir müssten das gesamte Gebiet der Lehre von den Empfindungsintensitäten durchwandern, um alles das zu berühren, was erst durch die Spannungstheorie zureichende Erklärung findet; wir würden dann sehen, wie die Wirkungen der Ermüdung, der Uebung und besonders des Kontrastes durch unsere Auffassung dem Verständnis näher rücken, wie die Ueberschätzung und Unterschätzung der Reize unter besonderen Umständen sich aus derselben notwendig ergeben, kurz wie die mannigfaltigsten Probleme ihre Schwierigkeit verlieren.

II.

Nur eine einzige Konsequenz der dargestellten Theorie schien in völlig entmutigender Weise aller Wirklichkeit derart zu widersprechen, dass ich fast mich scheute, sie auch nur irgendwie durch Experimente zu prüfen. Die Konsequenz, die ich im Auge habe, ist folgende.

Wir hatten behauptet, dass die intensiv verschiedenen Empfindungen an und für sich keine andere Aussage zuliessen, als dass sie nicht identisch sind. Unterschiede zwischen völlig heterogenen Bewusstseinsinhalten abzumessen, wäre somit zunächst unmöglich und die Aussage, der Unterschied zwischen einem Empfindungspaar sei gleich dem Unterschied zwischen einem anderen Paare, entbehrte somit zunächst jeglichen Sinnes. Trotzdem, behauptete unsere Theorie, sind solche Unterschiedsvergleichungen zulässig, dieselben beruhen nur nicht auf der Wahrnehmung eines Empfindungsunterschiedes, sondern darauf, dass jede Empfindungsintensität reflektorisch Muskelspannungen erzeugt, deren Veränderungen in uns Spannungsempfindungen hervorrufen. Diese Spannungsempfindungen sollen nun die Grundlage für die Trennung zwischen qualitativer und intensiver Unterscheidung sein; wo sie vorhanden sind, sprechen wir von intensiven Unterschieden, und wo die Spannungsempfindungen gleich sind, sprechen wir von gleichen Unterschieden. Da die Spannungsempfindungen sich ihrerseits untereinander nicht durch Intensitätsverschiedenheiten unterscheiden, sondern durch zeitliche und räumliche Ausdehnung der intensiv gleichen Empfindung, so lässt sich die Empfindung schwächerer Spannungsänderung unmittelbar an der Empfindung stärkerer Spannungsänderung abmessen und die Unterschiedsvergleichung zweier Empfindungspaare kann somit zu wirklicher Messung übergehen.

Ist diese Theorie richtig, so fordert sie als logische Konsequenz: zwei Empfindungspaare müssen sich auch dann

bezüglich ihrer Unterschiedsgrösse vergleichen lassen, wenn sie disparaten Sinnesgebieten angehören. Mit demselben Recht, mit dem wir sagen: der Unterschied zweier Lichtstärken ist gleich dem Unterschied zweier anderer Lichtstärken, müssen wir auch behaupten können: der Unterschied zweier Lichtstärken ist gleich dem Unterschied zweier Tonstärken und dieser gleich dem Unterschied zweier Geschmacksintensitäten oder gleich dem Unterschied zweier Gewichtsstärken, denn wenn wirklich nicht die Unterschiede der Empfindungen, sondern die Unterschiede der begleitenden Muskelspannungen in Frage kommen und durch Spannungsempfindungen gemessen werden, so muss sich selbstverständlich ein Schallstärkenverhältnis herstellen lassen, bei dem die sekundäre Spannungsänderung gleich ist der Spannungsänderung bei einem bestimmten Gewichtsverhältnis. Sollte das Experiment beweisen, dass ein solcher Versuch unmöglich ist, wir solche Vergleichung von Reizpaaren disparater Sinnesgebiete nicht auszuführen vermögen, so müsste die Unerfüllbarkeit der theoretischen Konsequenz den Wert der zu Grunde gelegten Theorie erschüttern. Sollte das Experiment dagegen beweisen, dass eine solche Vergleichung thatsächlich möglich ist, dass wir in konstanter Weise den Unterschied disparater Reizverhältnisse abmessen können, so wäre es wohl kaum mehr möglich, die dargestellte Theorie abzulehnen, da jede andere Auffassung durchaus unzureichend wäre. Die Erwägung spitzt sich also derart zu, dass wir an eine Frage gelangt sind, welche nicht durch Erörterung, sondern nur durch Experimente beantwortet werden kann. Dass im Falle des Gelingens die Tragweite solcher Experimente weit über die untersuchte Spezialfrage hinausreicht, versteht sich von selbst; die gesamte Psychophysik, die damit endlich von der Diskussion über die Bedeutung der eben merklichen Unterschiede befreit wird, müsste eine neue Grundlage gewinnen, wenn durch solche Experimente die Notwendigkeit der Spannungstheorie und die Unhaltbarkeit jeder anderen

Auffassung bewiesen würde. So ungewöhnlich, ja auf den ersten Blick absurd die Fragestellung auch scheinen mochte, so glaubte ich unter diesen Verhältnissen doch, ihr näher treten zu müssen.

Darüber war ich mir von vornherein klar, dass ich mich vor einem naheliegenden Missgriff hüten musste. Das erstrebte Ziel wäre ja nämlich scheinbar dadurch erreicht, dass auf zwei disparaten Sinnesgebieten zwei in gleicher Weise eben merkliche Unterschiede hergestellt werden; wenn der Unterschied zweier Lichtstärken und der Unterschied zweier Schallstärken gleich merklich ist und gleich merkliche Unterschiede gleich sind, so ist ja thatsächlich ein Schallunterschied einem Lichtunterschied gleich empfunden und der Beweis für die Möglichkeit solcher Vergleichung erbracht. Es liegt auf der Hand, wo hier der Fehler steckt. *Wir haben durchaus nicht die Berechtigung, zwei eben merkliche Unterschiede ohne weiteres als gleich zu betrachten;* thun wir es, so legen wir in die Voraussetzung schon alles das hinein, was wir beweisen wollen. Die stillschweigende Identifizierung des gleichmerklichen Unterschiedes mit dem gleichen Unterschied ist eben der prinzipielle Fehler der ursprünglichen Psychophysik.

Wir können ja selbstverständlich willkürlich festsetzen, dass wir als gleichen Empfindungsunterschied den gleich merklichen bezeichnen wollen; dann dürfen wir uns nur nicht einbilden, aus dieser Gleichheit irgend etwas weiteres über das Verhältnis von Reiz und Empfindung ableiten zu können. Wir könnten in derselben Weise, wie v. Kries treffend ausgeführt hat, dahin übereinkommen, irgend einen anderen Empfindungsunterschied, etwa den bei gleichem Reizunterschied, als gleich zu bezeichnen. Bezeichne ich einen Lichtstärkenunterschied als gleich einem Schallstärkenunterschied, weil beide eben merklich sind, so habe ich damit nicht die geringste Einsicht gewonnen; ganz davon unabhängig ist aber die Frage, ob es nicht Schall- und Lichtunterschiede gibt,

die mir in unmittelbarer Empfindung gleich erscheinen. Es wäre ja möglich, dass meine unmittelbare Wahrnehmung mich auch die beiden eben merklichen Unterschiede als gleich empfinden lässt; ich hätte dann ein Recht, in ihnen irgend ein identisches Element zu vermuten und daraufhin sie wirklich als gleich anzuerkennen. Ich darf sie nur nicht von vornherein lediglich deshalb gleich nennen, weil sie gleich merklich sind. Der selbstverständliche Umstand, dass es auf den verschiedensten Sinnesgebieten eben merkliche Unterschiede gibt, geht mich also gar nichts an, wenn ich nicht gleich bei der Fundamentierung mir eine fahrlässige Vertauschung will zu schulden kommen lassen; aus dem Auffinden gleich merklicher Unterschiede darf ich nichts darüber ableiten, ob eine wirkliche Vergleichung auf disparaten Sinnesgebieten möglich ist. Es kam also alles darauf an, solche unmittelbare Vergleichung ohne theoretische Reflexion zu versuchen.

Die Experimente, die in diesem Sinne in meinem Laboratorium ausgeführt wurden, beschäftigten mich vom Juni 1888 bis März 1889. Bei sämtlichen Reihen war ich allein die Versuchsperson, während die Herstellung der objektiven Reize, die Protokollierung u. s. w. im Sommer von Herrn stud. astr. Hausdorff, im Winter von Herrn stud. math. Rothacker ausgeführt wurde. Es wird sich zeigen, dass die Versuche ihrer ganzen Anlage nach nur den Wert einer allgemeinen vorläufigen Orientierung beanspruchen können, so dass die gewonnenen Zahlenwerte in keiner Weise absolute Gültigkeit besitzen. So sind die Versuche denn auch noch lange nicht abgeschlossen; genaue Spezialuntersuchungen werden sich an diese einleitende allgemeine Studie anschliessen müssen. Dennoch glaubte ich, mit der Veröffentlichung des bisher gewonnenen Materials nicht zögern zu dürfen, da es zunächst gar nicht auf genaue Zahlenwerte, sondern nur auf Erledigung der prinzipiellen Frage ankam. Die ersten Versuche über die Grösse der Unterschiedsschwelle

und das Webersche Gesetz waren ebenfalls methodologisch völlig unzureichend und dennoch konnte die Diskussion ausgiebig an sie anknüpfen, wenn auch ihre speziellen Zahlenangaben durchgängig durch genauere Werte allmählich ersetzt werden mussten.

Es versteht sich von selbst, dass die Versuchsanordnung von den bisherigen psychophysischen Experimenten nicht unwesentlich abweichen musste. Galt es doch bei der Untersuchung der Unterschiedsschwelle bisher stets nur zwei gegebene Reize zu vergleichen, und selbst wo übermerkliche Unterschiede angewandt wurden, also bei der Methode der mittleren Abstufungen, waren nie mehr als drei Reize in Anwendung gekommen; der Unterschied des ersten und zweiten Reizes wurde mit dem Unterschied des zweiten und dritten verglichen. Zwei verschiedene Reizpaare, also vier Reize, waren bisher nicht einmal innerhalb eines Sinnesgebietes, um so weniger also in disparaten Sinnesgebieten, verwertet. Trotzdem ergab sich nun bei tastenden Vorversuchen sofort, dass eine Vergleichung zweier Reizpaare subjektiv ohne die geringste Schwierigkeit vor sich geht. Wenn wir fragen, ob der Unterschied etwa zwischen zwei bestimmten Gewichten grösser oder gleich oder kleiner sei als der Unterschied zwischen zwei bestimmten Schallstärken, so ist zunächst jeglicher geneigt, die ganze Fragestellung für sinnlos zu halten, aber jeglicher überzeugt sich nach wenigen Proben, dass die Beantwortung dieser Frage sich so leicht und natürlich bewerkstelligen lässt und nahezu mit derselben Sicherheit, mit der wir beurteilen, ob von zwei gegebenen Linien die erste länger, gleich oder kürzer als die zweite sei. Sind uns beispielsweise zwei andauernde Lichtreize von bestimmtem Stärkeverhältnis gegeben und halten wir ausserdem in der linken Hand ein Gewicht von bestimmter Schwere, so können wir durch langsame Belastung oder Entlastung unserer rechten Hand in derselben ein Gewicht derart herstellen, dass uns der Unterschied zwischen den beiden Ge-

wichten gleich dem Unterschied zwischen den beiden Lichtreizen erscheint.

Fünf verschiedene Sinnesgebiete haben wir bei unseren Versuchen berührt; eine weitergehende Prüfung, etwa die Zuziehung von Temperatur-, Geruch-, Geschmackreizen hätte die Experimente erschwert, ohne dass die Versuche bezüglich der prinzipiellen Entscheidung gewonnen hätten. Die thatsächlich in Anspruch genommenen Empfindungen waren Druckempfindungen, Gesichtsempfindungen, Schallempfindungen, Empfindungen der Augenbewegung und Empfindungen der Armbewegung. Ich muss auf die Erzeugung der betreffenden Reize etwas näher eingehen. Besonders betont sei aber auch hier noch einmal, dass es mir von vornherein nicht auf genaue, absoluten Wert beanspruchende Zahlenergebnisse, sondern lediglich auf prinzipielle Orientierung ankam. Die Reize, und vornehmlich gilt das von den Lichtreizen, wurden deshalb in einer für exakte Spezialuntersuchungen nicht hinreichend eleganten Weise hergestellt und manche Fehlerquelle unberücksichtigt gelassen, welche bei der Gewinnung endgültiger Zahlen zu beachten wäre. Es hätte mir aber wahrlich wenig Gewinn gebracht, wenn die Dezimalstellen meiner Zahlen zuverlässiger wären und die Versuche dafür an inneren Variationen eingebüsst hätten; die feineren Einzelarbeiten lassen sich leicht aufbauen, wenn nur erst der Grund möglichst zuverlässig gelegt ist.

Sämtliche Reize wurden so hergestellt, dass innerhalb jedes Reizpaares der erste Reiz auf die linke, der zweite Reiz auf die rechte Körperhälfte der Versuchsperson einwirkte. Das erste Gewicht wurde an die linke Hand, das zweite an die rechte Hand gehängt; der erste Lichtreiz wurde in der linken, der zweite in der rechten Gesichtshälfte angebracht; die erste Armbewegung vollführte der linke, die zweite der rechte Arm; nur die Schallreize, bei denen das Lokalisationsmoment ja zurücktritt, wurden beide in der Mittelebene an derselben Stelle hervorgerufen.

Als Schallreiz diente der Schlag, welchen eine aus verschiedener Höhe herabfallende Kugel beim Anprallen auf der Unterlage hervorrief. Die Kugel war 3 g schwer. Die nach mannigfaltigen Proben ausgewählte Unterlage bestand in einer zwei Quadratdecimeter grossen Glasplatte, die in einer Schale aus Hartgummi lag; wenn auch die Glasplatte sehr häufig zersprang und erneut werden musste, so war durch die Vorrichtung doch erreicht, dass der Schall nicht unangenehm war und somit lange nicht so schnell das Ohr ermüdete wie bei Metallunterlagen und dass zweitens die Kugel beim Aufschlagen nicht abprallte, sondern sofort liegen blieb, ein störendes Nachgeräusch also vermieden war. Die Höhe, aus der die Kugel herabfiel, wechselte zwischen 5 und 60 cm; ein vertikaler Centimetermassstab war so an der Schale angebracht, dass der Höhenabstand über der Glasplatte unmittelbar an dem Massstab abgelesen werden konnte, sobald die Kugel, sei es mit federnder Zange, sei es mit den Fingern neben der Stange gehalten und dann losgelassen wurde. Da die fallende Masse und die Unterlage konstant blieb, so werden wir die Schallstärke der Fallhöhe direkt proportional setzen können.

Die Druckreize wurden so hergestellt, dass bei horizontalem Unterarm über das Endglied der ausgestreckten mit dem Rücken nach unten gekehrten Zeigefinger kleine Wagschalen mit Gewichten gehängt wurden. Die Wagschalen bestanden aus quadratischen Platten von Kartonpapier, an deren vier Ecken Baumwollfäden befestigt waren; dieselben vereinigten sich oben in einer Schlinge, welche leicht über den Finger gestreift werden konnte. Wie sehr auch die Belastung der Pappschale wechselte, blieb die Berührungsfläche somit doch unverändert. Das geringe Gewicht der genau gleich schweren Wagschalen wurde selbstverständlich den gehobenen Gewichten hinzuaddiert. Wo die Gewichte das zweite Reizpaar bildeten, dessen Unterschied dem eines andern Reizpaares gleich gemacht werden sollte, war es nötig,

das Gewicht leicht und schnell zu verändern, während die Schale am Finger hing. Ich verzichtete in diesem Falle auf die sonst benutzten Messinggewichte, verwertete dann vielmehr eine Glasschale, in welche mittels Trichter so lange Quecksilber langsam zugegossen wurde, bis das subjektiv für richtig gehaltene Gewicht gefunden war; nachträglich wurde dann die Schale mit dem Quecksilber gewogen. Die in Betracht kommenden Gewichtstärken lagen zwischen 30 g und 500 g. Die Gewichtsempfindung war keine reine Druckempfindung, da kleine Hebungen des Fingers unterstützend zugezogen wurden; stets aber handelte es sich nur um Drehungen im Fingergelenk, Hand und Arm blieben unbewegt.

Die Lichtreize wurden in üblicher Weise durch zwei Helmholtzsche Drehscheiben erzeugt, bei denen ein weisser Sektor von wechselnder Grösse den schwarzen Grund unterbrach und so bei der Drehung ein kontinuierliches gleichmässiges Grau von verschiedener Stärke entstehen liess. Die Grösse des weissen Sektors schwankte zwischen 10° und 270°. Der Durchmesser der Scheibe war ein Decimeter. Wenn ich vorher erwähnte, dass die Lichtreize am wenigsten denjenigen experimentellen Anforderungen genügten, die für Gewinnung ganz genauer Zahlenwerte unerlässlich sind, so hatte ich damit den Umstand im Auge, dass die Beleuchtung bei unsern Versuchen keineswegs konstant war, da wir nicht Lampenlicht, sondern zerstreutes Tageslicht bei recht verschiedenem Wetter benutzten, und dass zweitens der schwarze Grund unserer Scheiben eigentlich nur ein schwärzliches Dunkelgrau war, wie die käuflichen sogenannten schwarzen Scheiben zu sein pflegen. Der schwarze Teil der Scheibe enthält somit auch noch eine nicht geringe Lichtintensität, und wenn der weisse Sektor der zweiten Scheibe beispielsweise dreimal so gross war als der in der ersten Scheibe, so war mithin das bei der Drehung erhaltene Licht der zweiten Scheibe noch lange nicht objektiv dreimal so stark als das der ersten. Bei exakten Spezialuntersuchungen, wie sie zur

weiteren Verfolgung des hier betretenen Weges notwendig sind, werden beide Uebelstände leicht zu vermeiden sein; ich selbst beabsichtige, bei einer demnächst zu beginnenden Spezialarbeit über das Verhältnis von Licht- und Schallreizen konstante künstliche Beleuchtung und tiefschwarze Scheiben auf kontrastgünstigem Hintergrund zu verwerten, wie Lehmann u. a. sie im Wundtschen Laboratorium mit bestem Erfolg benutzten.

Die vierte Gruppe von Reizobjekten waren Raumgrössen, die sich dem Augenmass darboten, und zwar verwertete ich den Augenmassapparat, den ich im zweiten Heft dieser Beiträge ausführlich beschrieben habe. Benutzt wurden lediglich horizontale Punktdistanzen, derart dass, 600 mm vom Auge entfernt, vier weisse Punkte auf der grünen Fläche in horizontaler Linie hin und her bewegt wurden. Die beiden mittleren Punkte bleiben, dem Augenabstand entsprechend, je 35 mm von der Medianebene entfernt; der erste und vierte Punkt wurden somit allein zur Herstellung der zwei Raumgrössen verschoben. Der Abstand zwischen erstem und zweitem Punkt bildete den ersten, der Abstand zwischen drittem und viertem Punkt den zweiten Reiz und der Unterschied dieser beiden Reize wurde wieder mit dem Unterschied zweier Ton- oder Gewichts- oder Lichtstärken verglichen. Bildeten die beiden Augenmassgrössen das erste Reizpaar, dem ein zweites Paar gleich gemacht werden sollte, so konnten natürlich alle vier Punkte vorher in bestimmter Entfernung eingestellt werden; sollten sie dagegen als zweites Reizpaar dienen, das seinerseits einem andern Paar gleich gemacht wird, so musste der vierte Punkt während des Versuches hin und her geschoben werden, bis der rechte Abstand getroffen ist. Diese Einstellung hat nun die Versuchsperson nicht wie bei den gewöhnlichen Augenmassversuchen selbst ausgeführt, sondern stets der Assistent; dadurch war erreicht, dass in die Vorstellung des Empfindungsunterschiedes sich keinerlei Armbewegungsempfindung einmischte, die vom Auge

ausgehenden Empfindungen somit isoliert bleiben. Dass diejenigen Erregungen, welche Gesichtsgrössenvorstellung vermitteln, in letzter Linie ihren Ursprung ausnahmslos im Augenmuskelapparat haben, dessen Sensationen als Innervationsempfindungen zur Reizung bestimmter Netzhautstellen associiert werden, das habe ich in meinen Augenmassstudien ausführlich begründet; die in dieser Gruppe gebotenen Reize sind also eigentlich Augenbewegungen von bestimmtem Drehungswinkel.

Als fünfte Gruppe dienten Armbewegungen, deren exakte Messung in folgender Weise ermöglicht wurde. Vor der sitzenden Versuchsperson war in Brusthöhe, 300 mm vor der Brust, ein schmales Lederband horizontal straff gespannt. Die Mitte des Bandes war der Brustmitte gegenüber und dieser Punkt war durch einen vertikal befestigten kleinen Metallstab kenntlich gemacht. Von diesem Mittelpunkt aus lief nach beiden Seiten Centimetereinteilung. Wurden nun beide Hände so an das Band gelegt, dass rechts und links die Spitzen der drei ersten Finger zunächst den Metallstab berührten und dann an dem Lederstreifen entlang glitten, so konnte unmittelbar an demselben vom Assistenten abgelesen werden, um wieviel Centimeter die Hand sich auf jeder Seite von der Mittelebene entfernt hat. Die Augen der Versuchsperson waren dabei geschlossen, und da die Tastempfindung in den Fingerspitzen unverändert blieb, so war die resultierende Vorstellung des Unterschiedes zwischen der rechts und links durchlaufenen Strecke lediglich Funktion der Armbewegungsempfindung. Dass dieselbe in der Grössenbestimmung der von den Fingern durchmessenen Raumlänge keinen adäquaten Massstab hat, versteht sich von selbst, da ja bei solcher Bewegung successiv ganz verschiedene Muskelgruppen in Aktion treten und wir dementsprechend die Bewegungsempfindung im ganzen Arm langsam fortkriechend fühlen. Auch hier werden genaue Spezialuntersuchungen sich angelegen sein lassen müssen, Bewegungen zur Messung

herbeizuziehen, bei denen nur eine Muskelgruppe in Frage kommt. Um den Armbewegungen einen bestimmten Umfang vorzuschreiben, wurde an den gewünschten Stellen eine kleine Metallzange an das Lederband festgeklammert, so dass die gleitende Hand über die Stelle nicht hinüberkonnte. War die Abgrenzung der einen Bewegung wieder dem Urteil der Versuchsperson überlassen, so führte sie den Arm so weit, bis die gewünschte Strecke durchmessen war, und der Assistent las ab, bei welchem Centimeterstrich die Fingerspitzen anhielten.

Bei dieser Gelegenheit muss eine Frage berührt werden, die eigentlich als erledigt gelten könnte, durch eine neuere Arbeit von Löb aber noch einmal zur Diskussion gestellt ist. Bekanntlich einigen sich die Psychologen heute immer vollständiger über die Thatsache, dass unsere, den Willensakt charakterisierende Innervationsempfindung nichts anderes ist als die der Bewegung vorangehende, durch Association erweckte Erinnerungsvorstellung der früher ausgeführten Bewegung. Die Bewegungsempfindung wird anticipiert und die thatsächliche Bewegung gilt als dem Willen entsprechend ausgeführt, sobald die dabei wahrgenommene Bewegungsempfindung der vorangehenden Vorstellung, der sogenannten Intervationsempfindung gleich ist. Die eingeübte Association kann nun natürlich bedingen, dass, wenn durch krankhafte Leitungsstörungen die wirkliche Bewegung ausbleibt, wir die anticipierte Erinnerungsvorstellung für die erwartete Bewegungsempfindung halten und so, den Angaben der Innervationsempfindung entsprechend, eine gar nicht vollzogene Bewegung ausgeführt zu haben glauben. Wo aber der motorische Impuls zu einer normalen Bewegung führt, da kann selbstverständlich zwischen der Innervationsempfindung und der bei der wirklichen Bewegung wahrgenommenen Empfindung kein Unterschied bestehen, da die Innervationsempfindung ja eben nur die anticipierte Bewegungsempfindung ist; würde zwischen beiden eine Differenz sich herausstellen, so würden

wir überzeugt sein, die gewollte Bewegung nicht ausgeführt zu haben. Die Empfindung des bewegten Armes ist also nicht nur letzter Ursprung des Impulsgefühles, sondern unmittelbare Kontrolle der Impulsausführung und somit Massstab der Bewegungsgrösse.

Löb [1]), der von den „Psychologen“ in Anführungszeichen sprechen zu müssen glaubt, hat experimentell in sehr interessanter Weise konstatiert, dass, wenn wir uns bemühen, mit der Hand bei verschiedener Armstellung zwei gleiche Strecken zu durchmessen, sehr erhebliche von der Armhaltung abhängige Unterschiede der wirklich durchmessenen Strecken zu Tage treten. Die gezeichnete Linie wird nicht gleich lang, wenn wir den Arm gestreckt und wenn wir ihn gebeugt halten. Nun wollen wir in beiden Fällen gleiche Grössen herstellen; statt daraus zu schliessen, dass mithin die gleiche Bewegungsempfindung, je nach dem vorhandenen Kontraktionsgrad der Muskeln bei sehr verschiedenen Drehungswinkeln eintreten kann, subjektiv uns bei verschiedener Armhaltung also auf Grund der Empfindung im thätigen Organ Bewegungen gleich erscheinen, deren objektiver Effekt verschieden ist, statt dessen schliesst Löb, „dass die Empfindung der Grösse und der Richtung unserer willkürlichen Bewegungen abhängt vom Willensimpuls zur Bewegung, aber nicht von den bei der Bewegung im thätigen Organ ausgelösten Empfindungen“. Hätte Löb recht, so würde die von mir benutzte Methode der Vergleichung von Armbewegungsempfindungen selbstverständlich haltlos sein; unser subjektives Urteil erstreckt sich auf den „Willensimpuls“, unser Centimetermass misst nur die ausgeführte Bewegung, wir haben gar kein Mittel zu kontrollieren, ob diese jenem entspricht, wir wissen vielmehr aus Löbs Versuchen, dass die Bewegung dem Willen meistens nicht entspricht, die Verwertung der

---

[1]) Löb, Untersuchungen über die Orientierung u. s. w. In Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 46. S. 1 ff.

durchmessenen Strecken ist also kritiklos, da es uns ja nur auf die Empfindungen ankommen kann, an denen das thätige Organ doch gar nicht beteiligt sein soll.

Löbs Schlüsse gutheissen, bedeutet nun aber den Thatsachen völlig Gewalt anthun. Können wir denn übersehen, dass wenn der gestreckte und der gebeugte Arm dieselbe Centimeterzahl durchmessen, dass dann ganz verschiedene Muskelgruppen mit ganz verschiedenen Querschnitten beteiligt sind, so dass es von vornherein höchst unwahrscheinlich ist, in beiden Fällen dieselbe Empfindung zu erhalten; die gleich starke Empfindung im thätigen Organ wird vielmehr je nach den vorhandenen Kontraktionsverhältnissen bei sehr verschiedenen Bewegungen eintreten und gerade weil wir nicht einem „Willensimpuls" den Massstab der Bewegung entnehmen, sondern der Bewegungsempfindung, so werden wir, in dem Bestreben durch Bewegung beidemal dieselbe Empfindung zu erzeugen, zwei verschieden umfangreiche Bewegungen ausführen müssen. Kommen hierbei doch rein anatomische Fragen entscheidend in Betracht. So ist die Dehnung und Erschlaffung der Muskeln bei gleichen Drehungswinkeln verschieden, je nach der gegenseitigen Lage der beiden Knochen [1]). „Sie ist am bedeutendsten, wenn dieselben so zu einander stehen, dass die Richtung des Muskelzuges die Achse des bewegten Knochens rechtwinkelig schneidet, und wird desto geringer, je mehr der Winkel zwischen der Richtung des Muskelzuges und dem Knochen spitz oder stumpf wird." In anbetracht, dass sich bei verschiedener Armhaltung die Lage der Knochen in hohem Masse verändert, könnten wir mithin, selbst wenn es sich stets um dieselben Muskeln handeln würde, dennoch die Empfindung unmittelbar von der Muskelverkürzung abhängig denken; es kann eben die gleiche Verkürzung und mithin die gleiche Bewegungsempfindung infolge veränderter

---

[1]) Braune u. Fischer, Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenk des Menschen. 1889. S. 284. Goldscheider, Muskelsinn. In Dubois' Archiv f. Physiol. 1889. S. 496.

Knochenlage bei sehr verschiedenen Drehungswinkeln eintreten. Wir können also trotz Löbs Versuchen dabei stehen bleiben, dass wir bei willkürlichen Armbewegungen nicht einen, von der Armbewegung unabhängigen, Willensimpuls, sondern lediglich die im thätigen Organe angeregte Bewegungsempfindung wahrnehmen, der ein völlig treues Phantasieabbild vorausgeht. Sollen wir zwei Armbewegungen vergleichen, so vergleichen wir mithin nicht zwei Willensimpulse, sondern zwei peripher angeregte Bewegungsempfindungen und für diese können wir, mit der früher besprochenen Reservation, in der That die durchmessene Centimeterzahl als Massstab nehmen.

Die fünf zur Verwendung kommenden Reizgruppen, Licht, Schall, Gewicht, Augenmass und Armbewegung, sind damit charakterisiert; die Methode ihrer Untersuchung ergab sich von selber. Wir mussten, nachdem wir die Möglichkeit, die Empfindungspaare zu vergleichen, durch vorbereitende Versuche festgestellt, nunmehr in möglichst zahlreichen Kombinationen von je zwei Reizgebieten untersuchen, ob solche Vergleichung wirklich zu exakten Zahlen führt, ob wirklich Gesetzmässigkeit zu konstatieren ist, oder ob in zufälligen Schwankungen die Resultate bald so, bald anders ausfallen. Es lag auch nahe, mehrere Reizgebiete mit einem anderen und dann untereinander zu vergleichen, um zu sehen, ob zwei Reizpaare, deren Unterschiede einem dritten gleich erscheinen, untereinander auch für gleich gehalten werden. Es musste auch die Frage entstehen, ob sich nicht irgend ein Sinn bei konstatierter Gesetzmässigkeit dazu eignet, gewissermassen als Normalmass für alle anderen Sinne zu werden, und ob die für übermerkliche Unterschiede gewonnenen Werte sich auch auf die eben merklichen Unterschiede anwenden lassen, so dass aus Versuchen mit übermerklichen Unterschieden die Unterschiedsschwelle theoretisch berechnet werden könnte.

Nun ist leicht ersichtlich, dass für die praktische Ausführung der Experimente die verschiedenen Reizgebiete sehr

ungleichartig waren. Nehmen wir den Fall, dass zwei Augenmassgrössen gegeben sind und es soll zu einer Schallgrösse eine zweite gesucht werden, derart, dass dieses Schallpaar jenem Raumgrössenpaar in unmittelbarer Empfindung entspricht. Die Augenmassgrössen bleiben zu dem Zweck konstant stehen; das Schallpaar muss dagegen unter immer erneuter Abstufung der zweiten Schallstärke fortwährend neu hergestellt werden, bis schliesslich das rechte Verhältnis gefunden ist. Bis dahin mag der Schall vielleicht dreissig-, vierzigmal wiederholt werden, das Ohr wird immer müder, die Aufmerksamkeit immer lässiger, das Ergebnis dadurch immer unzuverlässiger. Ist dagegen umgekehrt das Schallpaar gegeben und das Augenmass soll nun ein Raumgrössenpaar herstellen, das dem Schallpaar entspricht, so dürfen die beiden Schallstärken nur einmal angegeben werden und unmittelbar nachher wird der weisse Punkt im grünen Feld so lange verschoben, bis die rechte Stelle gefunden ist; da ist jede Ermüdung erspart und mit der vollen Frische und Sicherheit kann aus unmittelbarer Empfindung das Urteil gefällt werden. In gleicher Weise wie der Schall ist das Licht geeigneter als erstes Reizpaar wie als zweites, weil es hier nötig wird, die Scheibe immer wieder im Drehen anzuhalten und mit dem Transporteur einen neuen weissen Sektor abzumessen, während die Armbewegung natürlich genau so bequem wie das Augenmass ist.

So ergab es sich von selbst, dass in dem ersten Abschnitt, dem Hauptteil unserer Untersuchung, die Versuche dahin gingen, Licht, Schall und Gewicht erstens mit Armbewegungen, zweitens mit Augenmassgrössen zu vergleichen. Nur in geringem Umfang wurde eine Vergleichung anderer Kombinationen angefügt. Ich beginne damit, über die Versuche mit Armbewegungen zu berichten; die Versuche wurden ausnahmslos an mir angestellt und Herr stud. Rothacker assistierte. Ich sass also, die Ellbogen auf Armsessellehnen gestützt, so vor dem straff gespannten horizontalen

Bande, dass ich bequem die Fingerspitzen von der Mitte aus nach rechts und links hingleiten lassen konnte. Links war die Klammer bei 20 cm angebracht; sobald die linke Hand 20 cm durchglitten, sistierte mithin die Bewegung. Sofort nachdem die linke Hand still gehalten, setzt sich die rechte nach rechts hin in Bewegung und hält, ganz dem unmittelbaren Gefühle folgend, erst dann still, sobald die beiden Armbewegungsempfindungen denselben Unterschied darzubieten scheinen, wie die gebotenen beiden Licht- oder Gewichts- oder Schallempfindungen. Auch für diese war der erste Reiz stets constant und zwar war er ebenfalls freier Empfindung folgend gewählt, insofern Vorversuche mich Reizstärken auswählen lehrten, welche mir eine gewisse Aehnlichkeit mit der 20 cm-Bewegung zu haben schienen, um nicht schon hier zu sagen: welche gleiche Spannungsempfindung hervorriefen. Beim Gewicht war der, stets der linken Wagschale zukommende erste Reiz 50 g, beim Lichtreiz hatte die linke Scheibe einen weissen Sektor von 20° und beim Schall wurde der erste Schlag stets dadurch hervorgerufen, dass die Kugel aus einer Höhe von 10 cm auf die Glasplatte herabfiel.

Bei den Gewicht- und Schallversuchen hielt ich die Augen geschlossen, bei den Lichtversuchen betrachtete ich erst die linke, dann die rechte Scheibe und schloss darauf die Augen, ehe ich die Armbewegungen ausführte. — War der erste Reiz jedes Reizpaares konstant, so wechselte der zweite Reiz in völlig unregelmässiger Weise, so dass ich niemals durch Reflexion auch nur den geringsten Anhaltspunkt für die Grösse der Armbewegung hatte; überdies erfolgte die Armbewegung stets so unmittelbar und sicher, dass von einer etwaigen Ueberlegung gar keine Rede sein konnte. Der zweite Gewichtsreiz wechselte zwischen 50, 100, 150, 200 .... bis 500 g; der zweite Schallreiz entstand durch Kugelfall aus 10, 15, 20 .... 50 cm Höhe, der zweite Lichtreiz durch einen weissen Sektor von 20, 30, 40, 60, 80 .... 180°. So wechselten auf jedem Sinnesgebiet zehn

Reizpaare und jedes dieser zehn Reizpaare wurde zwanzigmal in völligem Durcheinander zur Beurteilung geboten. Für jedes der drei Sinnesgebiete wurden somit in dieser Gruppe 200 Einzelversuche gemacht; zwischen je zwei Versuchen blieb eine hinreichende Pause, um Kontrastwirkungen aufzuheben, die trotzdem noch offenbar häufig eintraten, wenn hinter einem Reizpaar, dessen Glieder sehr wenig verschieden waren, ein anderes geboten wurde, dessen Glieder extremen Unterschied besassen.

Die Resultate dieser 600 Versuche sind nun folgende:

Tabelle I.

Linke Lichtscheibe: weisser Sektor 20°
Linke Armbewegung: 20 cm

Rechte Lichtscheibe	Rechte Armbewegung		
20°	26 cm.	M. V.	1,7 cm
30°	29,8 „	„	1,0 „
40°	35,8 „	„	3,6 „
60°	42,5 „	„	3,9 „
80°	47,9 „	„	3,9 „
100°	55,1 „	„	4,5 „
120°	60,3 „	„	4,5 „
140°	65,4 „	„	2,6 „
160°	69,2 „	„	1,4 „
180°	72,0 „	„	0,8 „

Tabelle II.

Linkes Gewicht: 50 g
Linke Armbewegung: 20 cm

Rechtes Gewicht	Rechte Armbewegung		
50 g	23,5 cm	M. V.	2,0 cm
100 „	26,4 „	„	2,2 „
150 „	30,8 „	„	4,5 „
200 „	36,8 „	„	5,3 „
250 „	44,7 „	„	5,0 „
300 „	48,9 „	„	4,7 „
350 „	54,1 „	„	3,1 „
400 „	61,3 „	„	3,3 „
450 „	64,3 „	„	2,1 „
500 „	67,9 „	„	2,5 „

Tabelle III.

Erster Schall: Fallhöhe 10 cm
Linke Armbewegung: 20 cm

Zweiter Schall	Rechte Armbewegung		
Fallhöhe 10 cm	23,8 cm	M. V.	1,2 cm
15 „	26,8 „	„	3,1 „
20 „	32,8 „	„	4,1 „
25 „	38,4 „	„	5,7 „
30 „	45,3 „	„	4,7 „
35 „	50,4 „	„	5,8 „
40 „	56,6 „	„	5,1 „
45 „	59,6 „	„	3,0 „
50 „	61,3 „	„	4,5 „

Es ergibt sich somit bei allen drei Sinnesgebieten eine ausnahmslose stetige Zunahme der entsprechenden Armbewegung bei zunehmender Reizstärke, obgleich die Reize regellos zwischen schwachen, mittleren und starken fortwährend wechselten. Es dürfte daher unmöglich sein zu behaupten, dass diese Reihen Produkt des Zufalls wären. Wenn die gebotenen Reize stetig an Stärke zugenommen hätten, erst alle Versuche mit 50 g, dann alle mit 100 g angestellt wären u. s. w., so könnte man auch einwenden, dass die Zunahme der entsprechenden Armbewegungen durch Reflexion entstanden sei, mit wachsendem Reiz also absichtlich immer grössere Bewegungen gemacht worden seien. Von alledem kann aber nicht die Rede sein. Ein Auswendigbehalten der dreissig Reize war ausgeschlossen, durch die zahlreichen Konstrastwirkungen wäre ein bestimmtes zahlenmässiges Grössenurteil beim Gewicht erschwert, bei Schall und Licht wegen mangelnder Uebung mir unmöglich gewesen und überdies hemmte ich absichtlich jedes auftauchende absolute Grössenurteil, gab mich vielmehr völlig dem unmittelbaren Sinneseindruck des Empfindungsverhältnisses hin; andererseits folgten sich nun die Reize in planlosem Durcheinander: unbestreitbar muss somit in dem, aus den Durchschnittszahlen sich ausnahmslos ergebenden stetigen

Wachstum der Armbewegung ein absolut sicherer Beweis für die Gesetzmässigkeit des zu Grunde liegenden Vorganges gesehen werden. Diese Gesetzmässigkeit muss um so mehr angenommen werden, als mannigfaltige störende Einflüsse, wie Kontrast u. s. w., den zahlenmässigen Ausdruck derselben thatsächlich beeinflussen und die Gesetzmässigkeit dennoch so markant hervortritt.

Als Versuchsperson kann ich die subjektive Aussage hinzufügen, dass mir an der Notwendigkeit der jedesmaligen Einstellung niemals ein Zweifel auftauchte, ich vielmehr die Grössen mit derselben Sicherheit und unmittelbaren inneren Gewissheit einstellen konnte, mit der ich eine Grösse einer anderen gleichmachen würde. Die bei der Methode der mittleren Abstufungen schon lange übliche Herstellung eines Reizes, der von zwei anderen gleichmässig verschieden erscheint, kam mir sogar entschieden subjektiv schwerer vor, als die hier ausgeübte Vergleichung zweier Reizpaare aus disparaten Sinnesgebieten; bei der mittleren Abstufung sind wir uns zuweilen doch nicht sicher bewusst, im Moment der Einstellung werden wir oft wieder schwankend, aus Gründen, die wir später erörtern müssen. Bei der Vergleichung disparater Verhältnisse kam das nicht vor; war das erste Reizpaar mit genügender Aufmerksamkeit wahrgenommen, so erfolgte die Herstellung des zweiten Reizpaares ohne jedes Zaudern und Schwanken. Die mittleren Variationen (M. V.) bewegen sich denn auch, wie die Tabellen zeigen, in ziemlich engen Grenzen, die offenbar bei exakteren Spezialuntersuchungen noch wesentlich zusammenrücken würden.

Selbstverständlich muss jeder Gedanke zurückgewiesen werden, die so gewonnenen Zahlen als Unterlage für numerische Proportionen zu benutzen, da das Wachsen der Armbewegung nicht wie das der Licht-, Schall- und Gewichtstärken unbegrenzt ist, vielmehr die Finger an dem Band nur etwa 73 cm sich fortbewegen konnten und schon von etwa 60 cm an sich Empfindungen der Zerrung und Dehnung zur Bewegungs-

empfindung gesellten. Eine kleine Zunahme bedeutet in jener Zone also für die Empfindung viel mehr als innerhalb der ersten fünfzig Centimeter. Dagegen wird diese physische Beschränkung der Armbewegung ganz gleichgültig sein, wenn wir die drei mit den Armbewegungen verglichenen Reizgruppen bezüglich der Zahlenwerte untereinander vergleichen und darauf achten, wie sich etwa ein Lichtpaar und ein Schallpaar, die beide demselben Bewegungspaar gleich geschätzt wurden, bezüglich ihrer relativen Unterschiedsgrösse verhalten.

Wie sehr die Centimeterzahlen des Armbewegungseffektes durch die physische Beschränkung der Armstreckung beeinflusst sind, und somit in keiner Weise absoluten Wert beanspruchen können, ergibt sich deutlich auch aus den Grössen der mittleren Variation. Dieselbe wird mit wachsender Bewegung nicht stetig grösser, sondern erreicht vor 60 cm schon ihr Maximum; die darüber hinausgehenden Bewegungen rufen offenbar so starke Nebenempfindungen hervor, dass eine geringe Abweichung von der als adäquat empfundenen Bewegungsgrösse stark ins Bewusstsein tritt und sofort korrigiert wird, derart, dass in dem einzigen Fall, in welchem der mittlere Durchschnitt auf 72 cm anwächst, die mittlere Variation auf 0,8 cm gesunken ist.

Auffallen könnte auch, dass in allen drei Gebieten die Reizgleichheit nicht mit Bewegungsgleichheit beantwortet wird, sondern die zweite Bewegung 23,5 . 23,8 und beim Licht sogar 26 cm beträgt, obgleich die erste Bewegung nur 20 cm umfasst. Hierbei ist zunächst zu bemerken, dass die zweite Bewegung, wie geschildert, stets vom rechten Arm herrührt, die erste vom linken; der rechte Arm arbeitet bei mir stets kräftiger, stärkere Leistung des rechten Armes ruft bei mir also dieselbe Bewegungsempfindung hervor wie schwächere im linken. Bei dem Bemühen, gleichzeitig nach beiden Seiten gleiche Strecken mit beiden Händen zu durchmessen, wird die rechte Strecke immer etwas grösser als die

linke. Aber das allein kommt hier nicht in Frage. Es ergibt sich vielmehr, wenn ich die Gesamtheit unserer Versuche überschaue, dass ausnahmslos Neigung besteht, für das zweite Reizpaar einen im Verhältnis zum ersten Reizpaar zu grossen Unterschied herzustellen. Wird 50 zu 150 g gleich 20 zu 30 cm Armbewegung geschätzt, so wird umgekehrt, wenn die Armbewegung gegeben ist und das Gewicht eingestellt werden soll, 20 zu 30 cm vielleicht gleich 50 zu 160 g gemacht; nehme ich nun wieder 50 zu 160 g als erstes Reizpaar, so wird mit dem Arm 20 zu 32 cm eingestellt, kurz es ist nicht gleichgültig, welches Reizpaar das zweite ist, da der zweite Unterschied stets etwas unterschätzt wird.

Berichteten die mitgeteilten Tabellen der ersten Gruppe von Vergleichung der Licht-, Schall- und Gewichtsstärken mit Armbewegungen, so reihen sich dem am einfachsten diejenigen Tabellen an, bei welchen dieselben drei Sinnesgebiete mit Augenmassgrössen in oben beschriebener Weise verglichen wurden. Bei diesen Versuchen assistierte zu grossem Teil Herr stud. Hausdorff; auch hier war ich die Versuchsperson. Diese zweite Gruppe zerfiel in zwei Abteilungen, insofern wir hier zuerst die Punktdistanz von 50 mm, dann die von 70 mm als erste Augenmassgrösse verwerteten. Solange die linke konstante Punktdistanz 50 mm betrug, wurde die linke Farbenscheibe mit dem weissen Sektor von 20° eingestellt, als Gewicht der linken Wagschale 50 g benutzt und die 3 g schwere Kugel beim ersten Schlag aus einer Höhe von 10 cm fallen gelassen. Die Reize wechselten wieder in völlig unregelmässiger Reihenfolge; jeder Reiz kam etwa 10mal zur Einwirkung. Die Schallstärke über die bei einer Fallhöhe von 50 cm zu steigern, erwies sich bei unserer Versuchsanordnung als unzulässig, da die Glasplatten bei grösserer Fallhöhe fast regelmässig zerbrachen. Die mittleren Variationen kann ich bei diesen Abteilungen fortlassen, da sie nicht wie bei den Armbewegungen eine mehr oder weniger komplizierte Kurve darstellen, sondern in gerader Linie so

fortschreiten, dass sie fast durchgängig etwa den fünfzehnten Teil der zweiten Punktdistanz betrugen, also etwa 3 mm bei 50 und 10 mm bei 150. Da bei den verwerteten Reizen die Augenmassgrössen nicht über 250 mm wuchsen, und diese Grösse, der geschilderten Einrichtung zufolge, ohne jede Anstrengung überblickt werden konnte, in die Augenbewegungsempfindungen sich also nicht wie bei den maximalen Armbewegungen störende Nebenempfindungen einmischen, so ist es natürlich, dass die mittlere Variation hier einfach den Distanzen im allgemeinen proportional wuchs. Die Fehlerquellen waren hier im allgemeinen dieselben, wie bei der früheren Gruppe. Die Resultate sind folgende:

Tabelle IV.

Linke Lichtscheibe: 20°
Linke Punktdistanz: 50 mm

Rechte Lichtscheibe	Rechte Punktdistanz
20°	53 mm
30°	60 „
40°	67 „
50°	81 „
60°	88 „
70°	98 „
80°	115 „
100°	141 „
120°	153 „
180°	206 „

Tabelle V.

Linkes Gewicht: 50 g
Linke Punktdistanz: 50 mm

Rechtes Gewicht	Rechte Punktdistanz
50 g	53 mm
75 „	59 „
150 „	63 „
200 „	81 „
250 „	102 „
300 „	120 „
350 „	137 „
400 „	156 „
500 „	191 „
600 „	217 „

Tabelle VI.

Erster Schall: Fallhöhe 10 cm
Linke Punktdistanz: 50 mm

Zweiter Schall	Rechte Punktdistanz
10 cm	53 mm
15 "	65 "
20 "	74 "
25 "	89 "
30 "	110 "
40 "	124 "
50 "	157 "

Auch hier wieder ergibt sich somit das überraschende Resultat, dass, obgleich die Reize in wirrer Unordnung sich folgten und niemals die Vorstellung eines zahlenmässigen Grössenurteils auftauchte, dennoch, sobald die etwa 300 Einzelversuche geordnet und für jeden Reiz die Durchschnittszahlen berechnet werden, ausnahmlos die gefundene Punktdistanz sich vergrössert erweist, sobald der Sinnesreiz an Stärke zugenommen hat. Die Tabellen der zweiten Gruppe zeigen, dass, genau wie in der ersten, auch nicht ein einziges Mal ein Rückschritt oder nur ein Stehenbleiben eintritt; die Reihen wachsen mit einer Stetigkeit, welche mir als Versuchsperson bei der Berechnung fast unglaublich schien, da ich mir bewusst war, stets ohne die geringste Ueberlegung rein instinktiv das Distanzenpaar eingestellt zu haben, sobald ich das gebotene Empfindungspaar wahrnahm und somit in den Resultaten ein buntes Durcheinander von Zahlen erwartete. Niemals hätte ich denselben von vornherein zugetraut, dass sie sich so von selber in Reih und Glied aufstellen würden.

Bei der zweiten Abteilung war, wie gesagt, die linke Punktdistanz 70 mm; dem entsprach auf der linken Scheibe ein Sektor von 40°, in der linken Wagschale 80 g, als erster Schall der Fall einer Kugel von 10 g Gewicht aus einer Höhe von 5 cm. Die Zahlenverhältnisse hier wiederzugeben, ist überflüssig, da hier in ganz ähnlicher Weise, während bei-

spielsweise das Gewicht von 80 bis 600 g wächst, die Punktdistanz von 72 bis 230 mm zunimmt, und während der Sektor von 40° bis 220° grösser wird, nimmt die Punktdistanz von 75 bis 244 mm zu. Die Hauptsache ist, dass auch hier wieder in allen drei Reihen, die sich aus etwa 400 Einzelversuchen zusammensetzen, ohne Ausnahme die Punktdistanz stetig mit der Reizstärke gewachsen ist.

In der *dritten Gruppe* unserer Versuche galt es, *Gewicht, Schall und Licht*, die in der ersten Gruppe alle drei mit Armbewegungen und in der zweiten Gruppe alle drei mit Augenmassgrössen verglichen waren, nunmehr *untereinander zu vergleichen*, mit besonderer Rücksicht darauf, ob zwei Verhältnisse, die etwa demselben Bewegungsverhältnis oder demselben Punktdistanzverhältnis gleich geschätzt waren, nun auch einander ungefähr gleich geschätzt werden. Ich legte die in Tabelle IV, V, VI mitgeteilten Zahlen zu Grunde; es wurden also beispielsweise diejenigen Schall- oder Lichtreizverhältnisse zusammengestellt, welche in jenen Tabellen ungefähr denselben Punktdistanzverhältnissen entsprachen. Ganz genau war das nicht möglich, da, wie die Tabellen beweisen, dazu nicht hinreichendes Material vorhanden war; um bei dem Beispiel Licht—Schall zu bleiben, ergab sich beim Licht das Verhältnis 20° zu 40° gleich 50 mm Punktdistanz zu 67 mm, und dem entsprechend Schall mit Fallhöhe 10 cm zu 15 cm gleich 50 mm Punktdistanz zu 68 mm. Der Unterschied zwischen 67 und 68 mm ist zu klein, als dass da erst eine Umrechnung stattfinden sollte; ich entnahm den Tabellen daher, dass Licht 20° zu 40° und Schall 10 cm zu 15 cm demselben Punktdistanzverhältnis gleich geschätzt wurden; es blieb die Frage, ob nun direkte Versuche, wenn ich Schall mit Licht oder Licht mit Schall verglich, zu demselben Resultat führten. Anders war es aber schon bei der nächsten Stufe; Licht 20° zu 50° entsprach Punktdistanz 50 mm zu 81 mm. In der Schallreihe war aber kein Verhältnis, welches mit Distanz 50 zu 81 mm gleich war; wir hatten vielmehr

Schall 10 cm zu 20 cm gleich Distanz 50 mm zu 74 mm und Schall 10 cm zu 25 cm gleich Distanz 50 mm zu 89 mm. Hier war also eine Umrechnung notwendig und ohne erheblichen Fehler werden wir aus der Tabelle schliessen können, dass Schall 10 cm zu 22 cm einem Distanzverhältnis von 50 zu 81 mm entsprechen würde. Es würde mithin Licht 20° zu 50° und Schall mit Fallhöhe 10 cm zu 22 cm demselben Augenmass-Distanzverhältnis, nämlich 50 zu 81 mm, den Tabellen zufolge gleich zu setzen sein; wieder entsteht die Frage, wie sich dazu direkte Versuche stellen.

Auf diese Weise habe ich erstens für Licht und Schall, zweitens für Gewicht und Schall, drittens für Licht und Gewicht die Gleichsetzungen aus Tabelle IV, V, VI abgeleitet; auf diese Weise entstand Tabelle VII, VIII, IX. Dann wurden jeder dieser gewonnenen Tabellen entsprechend praktische Versuche in beiden Richtungen unternommen also: Licht und Schall (Tabelle X), Schall und Licht (Tabelle XI), Gewicht und Schall (Tabelle XII), Schall und Gewicht (Tabelle XIII), Licht und Gewicht (Tabelle XIV), Gewicht und Licht (Tabelle XV). Es versteht sich von selbst, dass für diese letzten sechs Tabellen nicht so viel Einzelversuche gemacht wurden, wie für die ersten sechs Tabellen, da, wie geschildert, die Versuche, besonders wenn Schall oder Licht das zweite Reizpaar sind, überaus zeitraubend, mühsam und anstrengend sind, ein Einzelversuch vielleicht dreissig und mehr Urteile erfordert, bis die befriedigende Einstellung gewonnen ist. Jede Zahl ist hier somit die Durchschnittszahl aus nur vier bis fünf Versuchen, aber auch hier folgten selbstverständlich die Reize in ganz unregelmässiger Reihenfolge, so dass die Urteile wieder völlig instinktmässig ohne Absicht und Reflexion erfolgen mussten.

Die aus den Tabellen IV bis VI berechneten Gleichschätzungen sind folgende:

Tabelle VII.

Linkes Licht: 20°
Erster Schall: 10 cm

Rechtes Licht	Zweiter Schall
20°	10 cm
40°	15 „
50°	22 „
60°	25 „
80°	30 „
120°	50 „

Tabelle VIII.

Linkes Gewicht: 50 g
Erster Schall: 10 cm

Rechtes Gewicht	Rechter Schall
50 g	10 cm
150 „	15 „
200 „	22 „
250 „	28 „
300 „	40 „
400 „	50 „

Tabelle IX.

Linkes Licht: 20°
Linkes Gewicht: 50 g

Rechtes Licht	Rechtes Gewicht
20°	50 g
30°	75 „
40°	150 „
50°	200 „
70°	250 „
80°	300 „
100°	350 „
120°	400 „

Die entsprechenden direkten Versuche führten nun zu folgenden Resultaten, bei denen die entsprechenden Ergebnisse der Tabellen VII, VIII, IX in Klammern stehen.

Tabelle X.

Linkes Licht: 20°
Erster Schall: 10 cm

Rechtes Licht	Zweiter Schall
20°	15 cm (10)
40°	27 „ (15)
50°	30 „ (22)
60°	37 „ (25)
80°	48 „ (30)
120°	58 „ (50)

Tabelle XI.

Erster Schall: 10 cm
Linkes Licht: 20°

Zweiter Schall	Rechtes Licht
10 cm	27° (20)
15 „	45° (40)
22 „	57° (50)
25 „	68° (60)
30 „	90° (80)
50 „	128° (120)

Tabelle XII.

Linkes Gewicht: 50 g
Erster Schall: 10 cm

Rechtes Gewicht	Zweiter Schall
50 g	11 cm (10)
150 „	20 „ (15)
200 „	28 „ (22)
250 „	35 „ (28)
300 „	42 „ (40)
400 „	50 „ (50)

Tabelle XIII.

Erster Schall: 10 cm
Linkes Gewicht: 50 g

Zweiter Schall	Rechtes Gewicht
10 cm	73 g (50)
15 „	177 „ (150)
22 „	223 „ (200)
28 „	276 „ (250)
40 „	320 „ (300)
50 „	405 „ (400)

Tabelle XIV.

Linkes Licht: 20°
Linkes Gewicht: 50 g

Rechtes Licht	Rechtes Gewicht
20°	52 g (50)
30°	95 „ (75)
40°	170 „ (150)
50°	220 „ (200)
70°	274 „ (250)
80°	335 „ (300)
100°	450 „ (350)
120°	550 „ (400)

Tabelle XV.

Linkes Gewicht: 50 g
Linkes Licht: 20°

Rechtes Gewicht	Rechtes Licht
50 g	26° (20)
75 „	35° (30)
150 „	47° (40)
200 „	54° (50)
250 „	75° (70)
300 „	101° (80)
350 „	112° (100)
400 „	142° (120)

Die letzten sechs Tabellen stimmen nun in zwei Thatsachen vortrefflich überein. Erstens nämlich darin, dass auch hier wieder ausnahmslos die Durchschnittszahlen stetig wachsende Reihen bilden, die, wenn wir uns die Entstehung des Rohmaterials vergegenwärtigen, auf eine überaus feste Gesetzmässigkeit hinweisen. Diese stetige Zunahme ist um so überraschender in anbetracht der experimentellen Schwierigkeiten, welche nicht selten hochgradige Ermüdung herbeiführten und überdies nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Einzelversuchen den Durchschnittszahlen zu Grunde legen liessen. An letzterem Umstand liegt es auch zweifellos, dass hier mehr als in den ersten Tabellen das Wachstum zuweilen unproportional vor sich zu gehen scheint; eine grössere Zahl

von Einzelversuchen hätte hier offenbar manche Verschiedenheit ausgeglichen.

Der zweite, ebenfalls allen Reihen gemeinsam eigentümliche Umstand ist der, dass der relative Unterschied des zweiten Reizpaares regelmässig grösser eingestellt wird, als wie er aus der Vergleichung mit Punktdistanzen berechnet war; mit anderen Worten, der Unterschied des ersten Reizpaares wird regelmässig überschätzt, der Unterschied des zweiten Reizpaares deshalb immer zu gross gemacht. Es scheint, dass dieses Verhalten besonders für relativ kleine Unterschiede gilt, während es bei relativ grossen Unterschieden fast ganz zurücktritt. Noch manche andere Eigentümlichkeit, je nachdem ob das erste Reizpaar momentan einwirkt wie der Schall oder kontinuierlich wie die Lichtscheiben, und ähnliches mehr scheint deutlich aus den Tabellen zu sprechen. Trotzdem erachte ich die vorliegenden Zahlen für numerisch und methodologisch unzureichend, um daraus Schlüsse über bestimmte Einzelverhältnisse zu formulieren; da müssen erst weitere sowohl exaktere als auch zahlreichere Versuche hinzutreten, um genaue Aussagen nicht voreilig erscheinen zu lassen.

Gewissermassen als Anhang zu dieser Versuchsgruppe erwähne ich mit Gewichten sowie mit Schallstärken ausgeführte Versuchsreihen, bei denen beide Reizpaare demselben Sinne angehörten. Sie nähern sich offenbar am meisten den üblichen Versuchen über mittlere Abstufung oder vielmehr die Methode der mittleren Abstufung repräsentiert denjenigen extremen Einzelfall, bei dem der zweite Reiz des ersten Paares und der erste Reiz des zweiten Paares so nahe zusammenrücken, dass sie identisch sind. Es ist klar, dass dieser extreme Fall theoretisch gar keinen Vorzug vor anderen verdient. Es mag genügen, aus dieser Gruppe die Gewichtsversuche mitzuteilen. Die Normalgewichte waren so gewählt, dass die Zahlenverhältnisse unmittelbar anschaulich werden; jeder Reizunterschied kam zehnmal zur Einwirkung.

Tabelle XVI.

Linkes Gewicht des ersten Reizpaares: 30 g
Linkes Gewicht des zweiten Reizpaares: 300 g

Rechtes Gewicht des	
ersten Reizpaares	zweiten Reizpaares
30 g	296 g
50 „	431 „
75 „	688 „
100 „	871 „
150 „	1223 „
200 „	1704 „

Tabelle XVII.

Linkes Gewicht des ersten Reizpaares: 300 g
Linkes Gewicht des zweiten Reizpaares: 30 g

Rechtes Gewicht des	
ersten Reizpaares	zweiten Reizpaares
300 g	52 g
500 „	68 „
750 „	108 „
1000 „	141 „
1500 „	237 „
2000 „	339 „

Auch hier sehen wir nun wieder, wie die Durchschnittszahlen in beiden Tabellen sich zu stetigen Reihen ordnen, obgleich die Reize bei den Einzelversuchen völlig durcheinandergewürfelt waren. Dagegen fällt auf den ersten Blick auf, dass die als gleich empfundenen Reizunterschiede keine genauen Proportionen geben. Sind die beiden kleinen Gewichte gegeben und die grossen Gewichte sollen eingestellt werden, so wird der relative Unterschied regelmässig zu klein gemacht; sind die grossen Gewichte gegeben und die kleinen sollen eingestellt werden, so wird der relative Unterschied regelmässig zu gross. Aehnliches ergab sich bei den Schallversuchen; ich teile die betreffenden Reihen nicht mit, weil die Zahl der Einzelversuche wegen der ungewöhnlichen Anstrengung, welche solche Schallversuche erheischen, zu klein blieb, aber die bei den Gewichtsversuchen so klar hervor-

tretende Tendenz war auch hier nicht zu verkennen. Es wäre daraus zu schliessen, dass derselbe relative übermerkliche Reizunterschied bei schwachen Reizen kleiner erscheint als bei starken. Es ist fast unnötig darauf hinzuweisen, wie auch von diesem Punkt aus durch die neue Methode weite Gebiete psychophysischer Experimentaluntersuchung erschlossen werden, Gebiete, deren geduldige Bebauung wahrscheinlich reichere Früchte bringen wird, als auf dem engen Feld des ebenmerklichen Unterschiedes zu hoffen waren. Uebrigens liegt es nahe, bei diesen letzten Versuchen an die räumlichen Vergrösserungen und Verkleinerungen beim Zeichnen und derlei zu erinnern, wie ja auch für die Vergleichung disparater Reizunterschiede es nicht an praktischen Beispielen fehlt; so sei daran erinnert, wie die Programmmusik nicht selten Lichtintensitätsunterschiede, etwa den Blitz an düsterem Himmel, durch akustische Mittel wiedergibt und ähnliches mehr.

Die bisher mitgeteilten Versuche, speziell die der ersten sechs Tabellen legen nun eine andere Frage nahe, deren Beantwortung durch einfache Berechnung gewonnen werden kann. Wir haben in Tabelle I bis III Licht-, Schall- und Gewichtsunterschiede in übereinstimmender Weise mit Armbewegungsunterschieden verglichen, ebenso in Tabelle IV bis VI mit Punktdistanzunterschieden. Es fragt sich nun, wie gross muss durchschnittlich der relative Lichtzuwachs sein, damit er demselben Bewegungszuwachs gleichgeschätzt wird, wie ein bestimmter relativer Schallzuwachs, und dasselbe gilt vom Gewichtszuwachs. Wir wollen zunächst auf Grund der Tabellen I bis III die Antwort berechnen, selbstverständlich von vornherein überzeugt, dass die Zahlen, die wir finden, keinen absoluten Wert haben, sondern nur für die speziellen Versuche gültig sind, bei exakterer Methode und bei anderer Versuchsperson also vielleicht anders ausfallen. Nicht darauf kommt es ja an, sondern lediglich auf die Möglichkeit, solche Frage überhaupt mit einsinniger Bedeutung zu beantworten.

Die Berechnung wird einfach dahin gehen, unter Zugrundelegung der drei ersten Tabellen, zunächst festzustellen, welche drei Reizunterschiede aus den drei Gebieten denselben Reizunterschieden des Armbewegungsgebietes gleich geschätzt wurden. Wir werden dabei natürlich die nicht unmittelbar vorliegenden Glieder aus den beiderseitigen Nachbargliedern berechnen müssen. Beispielsweise wurde Gewicht 50 g zu 150 g gleich Bewegung 20 cm zu 30,8 cm geschätzt und Licht 20° zu 30° gleich Bewegung 20 cm zu 29,8 cm. Der Unterschied zwischen 29,8 cm und 30,8 cm ist zu klein, um eine Umrechnung nötig zu machen, der betreffende Gewicht- und Lichtunterschied entspricht also für die Empfindung etwa demselben Bewegungsunterschied. Dagegen liegt nun kein Schallverhältnis in der Tabelle vor, das ungefähr gleich 20 cm zu 30,8 cm Bewegung geschätzt wurde. Wir haben vielmehr Schall 10 cm zu 15 cm wie Bewegung 20 cm zu 26,8 und Schall 10 cm zu 20 cm wie Bewegung 20 cm zu 32,8 cm; wir können daraus berechnen, dass dem Bewegungsunterschied 20 cm zu 30,8 cm etwa der Schallunterschied 10 cm zu 18 cm entsprechen würde. Wir würden demnach Gewicht 50 g zu 150 g, Schall 10 cm zu 18 cm und Licht 20° zu 30° einander gleich setzen, in dem Sinn, dass eben alle drei Verhältnisse demselben Verhältnis unmittelbar gleich geschätzt wurden. Wir erhalten auf diese Weise folgende Gleichungen:

Tabelle XVIII.

Gewicht		Schall		Licht
50 : 150 g	=	10 : 18 cm	=	20 : 30°
50 : 200 „	=	10 : 23 „	=	20 : 40°
50 : 250 „	=	10 : 30 „	=	20 : 70°
50 : 300 „	=	10 : 35 „	=	20 : 85°
50 : 350 „	=	10 : 38 „	=	20 : 100°
50 : 400 „	=	10 : 50 „	=	20 : 125°

Eine Weiterführung der Tabelle ist nicht möglich, da für den Schall die Reihe nicht weitergeht; für Gewicht und Licht würden noch 50 zu 450 g gleich 20° zu 140° und 50 zu 500 g gleich 20° zu 160° sein. Berechnen wir aus dieser

Tabelle den relativen Reizzuwachs in Prozenten, so ergibt sich, wenn das erste Gewicht 50 g, der erste Schall 10 cm, das erste Licht 20° beträgt, der jedesmal entsprechende Zuwachs:

	Gewicht		Schall		Licht
	200 %	=	80 %	=	50 %
	300 „	=	130 „	=	100 „
	400 „	=	200 „	=	250 „
	500 „	=	250 „	=	330 „
	600 „	=	280 „	=	400 „
	700 „	=	400 „	=	530 „
Addiert	2700		1340		1660

Dividieren wir die drei Summen durch die kleinste, durch 1340, so erhalten wir die Zahlen 2,0 — 1,0 — 1,24. Was dieselben bedeuten, kann nicht zweifelhaft sein. Sie besagen, dass unter den vorliegenden Versuchsbedingungen Gewichtszuwachs, Schallzuwachs und Lichtzuwachs dann im allgemeinen gleich erscheinen, wenn sie durchschnittlich in dem Verhältnis 2 zu 1 zu 1,24 stehen.

Es fragt sich, ob dieses Resultat ein zufälliges ist oder, selbstverständlich nur unter den vorliegenden Bedingungen, allgemeineren Wert hat. Wir besitzen eine einfache Kontrolle darin, dass wir genau dieselbe Berechnung, welche Tabelle XVIII aus Tabelle I bis III entnahm, nunmehr auch für Tabelle IV bis VI anstellen. Wir hatten dort Gewicht, Schall und Licht mit Punktdistanzen verglichen; es gilt also, jetzt diejenigen Unterschiede zusammenzustellen, resp. zu berechnen, welche denselben Punktdistanzunterschieden gleich geschätzt wurden. Auf diese Weise erhalten wir folgende, unmittelbar mit Tabelle XVIII vergleichbare

Tabelle XIX.

Gewicht		Schall		Licht
50 : 150 g	=	10 : 15 cm	=	20 : 40°
50 : 200 „	=	10 : 22 „	=	20 : 50°
50 : 250 „	=	10 : 28 „	=	20 : 70°
50 : 300 „	=	10 : 40 „	=	20 : 83°
50 : 350 „	=	10 : 43 „	=	20 : 100°
50 : 400 „	=	10 : 50 „	=	20 : 120°

Die Prozentberechnung des relativen Zuwachses ergibt dann:

	Gewicht		Schall		Licht
	200 %	=	50 %	=	100 %
	300 „	=	120 „	=	150 „
	400 „	=	180 „	=	250 „
	500 „	=	300 „	=	320 „
	600 „	=	330 „	=	400 „
	700 „	=	400 „	=	500 „
Addiert	2700		1380		1720

Dividieren wir wieder durch die kleinste Summe, durch 1380, so erhalten wir die Zahlen 1,95 — 1,0 — 1,24. Vorher hatten wir 2,0 — 1,0 — 1,24 gefunden; sehen wir von dem minimalen Unterschied zwischen 2,0 und 1,95 ab und nehmen dafür die Mitte, so können wir also sagen: 1,97 — 1,0 — 1,24 haben sich übereinstimmend als die gleich geschätzten Zuwachsverhältnisse aus beiden, völlig unabhängig voneinander entstandenen Versuchsgruppen ergeben. Die Möglichkeit, dass diese Zahlen Produkt des Zufalls seien, können wir als kritiklos beiseite lassen, da es im höchsten Grad unwahrscheinlich ist, dass der. Zufall beidemal genau dieselben drei Zahlen produzieren sollte. Dass die Geltung dieser Zahlen zunächst nur für die angewandten Reize und die bestimmte Versuchsperson in Betracht kommt und nicht ohne weiteres verallgemeinert werden kann, haben wir von vornherein betont. Mit dieser Beschränkung würden die Ergebnisse mithin besagen, dass der relative Gewichtszuwachs gleich dem relativen Schallzuwachs gleich dem relativen Lichtzuwachs geschätzt wird, wenn sie sich ungefähr wie 1,97 zu 1,0 zu 1,24 verhalten. Ist ein Gewicht von der Stärke a, ein Schall von der Stärke b und Licht von der Stärke c gegeben, so würde mithin im allgemeinen der Unterschied zwischen a und a + 1,97 n . a gleich dem Unterschied zwischen b und b + 1,0 n . b gleich dem Unterschied zwischen c und c + 1,24 n . c geschätzt werden, wobei n eine beliebige ganze Zahl oder ein Bruch sein kann.

Es liegt nun nahe, eine theoretisch interessante Frage aufzuwerfen: dürfen wir diese Zahlen, die an übermerklichen Unterschieden gewonnen sind, auch auf die eben merklichen Unterschiede übertragen? Gelten die obigen Gleichungen also auch dann, wenn wir für n einen so kleinen Bruch wählen, dass a + 1,97 n . a von a nur eben merklich unterschieden ist? Können wir also annehmen, dass dann bei diesem selben kleinen Wert von n auch b und b + 1,0 n . b und ebenso c und c + 1,24 n . c nur eben merklich verschieden sind? Es lag nahe, diese Frage durch direkte Experimente zu beantworten. Wir stellten also Versuche an, wie gross unter den gegebenen Versuchsbedingungen der eben merkliche Unterschied sei, und zwar nach der Methode der minimalen Aenderungen. Es ergab sich, dass ich in frischem Zustand bei 50 g einen Zuwachs von 8 bis 12 g, also durchschnittlich 10 g bemerkte, beim Schall mit der Fallhöhe 10 cm einen Zuwachs von 0,5 bis 1,5 cm, also durchschnittlich 1,0 cm wahrnahm, und beim Licht mit dem weissen Sektor 20° der eben merkliche Unterschied 2 bis 3° betrug, also durchschnittlich 2,5°. In Prozentwerten beträgt der eben merkliche Reizzuwachs mithin für Gewicht 20%, für Schall 10%, für Licht 12,5%. Das wechselseitige Verhältnis ist mithin auch hier 2,0 — 1,0 — 1,25, dasselbe, das wir auf zwei verschiedenen Wegen für die gleich geschätzten relativen Zuwachsgrössen bei übermerklichen Unterschieden gefunden haben.

Selbstverständlich hat jene Prüfung des eben merklichen Unterschiedes keinen absoluten Wert; war doch besonders das Schwarz der Lichtscheiben, wie erwähnt, so unzureichend, dass sich nur daraus die hohe Unterschiedsschwelle erklären lässt. Dasselbe galt aber auch für die anderen Reihen, so dass die Versuchsergebnisse untereinander sehr wohl vergleichbar sind und die Genauigkeit ihrer Uebereinstimmung geradezu als überraschend bezeichnet werden darf. Sie lehrt uns direkt, dass dieselben Verhältniszahlen, welche für die

gleich geschätzten übermerklichen Unterschiede massgebend sind, auch den eben merklichen zukommen. Wir könnten, wenn wir in obiger dreigliederiger Gleichung den Wert von n für den eben merklichen Unterschied auf einem Sinnesgebiet experimentell festgestellt haben, dasselbe n mithin ohne weiteres in die beiden anderen Glieder einsetzen, um auch für die beiden anderen Sinne den eben merklichen Unterschied zu erhalten. Selbstverständlich können wir aber die Gleichung auch noch auf andere Sinne ausdehnen und werden immer wieder den einmal gefundenen n-Wert einsetzen können; kurz, unsere neue Methode erlaubt uns, *auf Grund von Versuchen mit übermerklichen grossen Unterschieden den eben merklichen Unterschied für jeden beliebigen Sinn theoretisch zu berechnen.*

Es wird die Aufgabe weiterer genauerer Untersuchungen bleiben, die mannigfachen neuen Probleme, die sich aus unseren Versuchen ergaben, nach exakten Methoden eingehend zu prüfen; für mich galt es zunächst nur, allgemeine Orientierung zu gewinnen, unbekümmert, ob die einzelnen Zahlen nicht späterhin berichtigt werden müssen: ein Entdeckungsstreifzug in ein bisher unbekanntes Land, keine Forschungsreise auf gebahnten Wegen.

III.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die Erwägungen, aus denen die dargestellten Versuchsreihen hervorgingen. Wir hatten theoretische Schwierigkeiten im Begriff der Empfindungsmessung konstatiert. Wir hatten gesehen, dass von einer Messung der Empfindungsintensitäten in der Art, als wäre die schwache Empfindung so und so oft in der starken enthalten, gar nicht die Rede sein kann, dass vielmehr zwei Empfindungen von verschiedener Intensität zwei völlig heterogene Bewusstseinsinhalte sind, von denen wir zunächst nur aussagen können, ob sie gleich oder nicht gleich sind. Nun

fragte es sich, ob nicht trotzdem eine Messung der Empfindungsstärken und Stärkenunterschiede möglich sei; es galt zu dem Zweck festzustellen, was überhaupt Messen sei. Es ergab sich, dass alle gewöhnlichen Messungen auf Raum-, Zeit und Gewichtsmessung zurückführbar waren, und dass diese drei Messungen völlig Funktion des Muskelsinnes sind. Die schwächere Muskelempfindung war in der stärkeren in der That so und so oft enthalten, da es sich hier nur um einen zeitlichen und räumlichen Unterschied der gleichbleibenden Empfindung handelt. Es lag also nahe zu fragen, ob nicht vielleicht auch die Intensitätsmessung in letzter Linie auf Aussagen des Muskelsinns beruht.

In der That zeigte eine nähere Betrachtung, dass aus biologischen Gründen notwendig jeder Reiz reflektorisch Muskelspannungen auslöst, deren Stärke von der Stärke des Reizes abhängt. Jede Reizänderung ruft demnach eine Spannungsänderung hervor und diese tritt als Spannungsempfindung ins Bewusstsein. Diese Spannungsempfindungen nun sind die Grundlagen der Empfindungsmessung; wir nennen einen Empfindungsunterschied gleich einem anderen, wenn in beiden Fällen gleiche Spannungsänderungen vorliegen. Wir sahen, dass selbst da, wo nicht die Intensitäten verschieden sind, sondern die Qualitäten, wie in der Tonreihe, dennoch überall, sobald Distanzvergleichungen zwischen verschiedenen Bewusstseinsinhalten vorkommen, die Spannungsempfindungen den einzigen Massstab liefern. Ein weiterer Ausblick zeigte uns überdies eine ganze Reihe von Thatsachen, welche mit der üblichen Auffassung des Empfindungsunterschiedes unvereinbar sind, welche dagegen leicht verständlich sind bei der Annahme, dass nicht die Empfindungsunterschiede selbst, sondern die Empfindungen der reflektorischen Spannungsänderungen für die Empfindungsmessung entscheidend sind.

Da erhob sich aber ein ernstes Bedenken: zwei gleiche Spannungsänderungen könnten ja auch bei zwei Reizpaaren aus ganz verschiedenen Sinnesgebieten eintreten, und dennoch

fällt es niemandem ein, Unterschiedsvergleichungen, wie sie für einen speziellen Fall innerhalb eines Sinnes durch die Methode der mittleren Abstufungen eingeführt sind, auf Reizpaare verschiedener Sinne auszudehnen. Ist es unmöglich, etwa einen Schallstärkeunterschied mit einem Lichtstärkeunterschied zu vergleichen, so kann die Spannungstheorie nicht richtig sein; sollte dagegen solche Vergleichung bisher nur deshalb nicht ausgeführt sein, weil sie nie versucht wurde, sollte sie sich als exakt und gesetzmässig herausstellen, so ist ein Zweifel an der Spannungstheorie im allgemeinen nicht mehr möglich.

Hier setzten unsere Versuche ein und sie haben die Berechtigung der Fragestellung in überraschender Weise dargelegt. Sie haben gezeigt, wie solche Vergleichung unter den verschiedensten Sinnen in völlig gesetzmässiger Weise abläuft, wie die Reihen der Ergebnisse nirgends Sprünge, nirgends Schwankungen aufweisen, sondern auf den verschiedensten Wegen immer wieder zu denselben Endresultaten führen; es kann sich künftig nicht mehr darum handeln, ob eine Vergleichung von Reizunterschieden disparater Sinne überhaupt möglich ist, sondern nur darum, ob genauere Spezialuntersuchungen über solche Vergleichung die vorläufig gewonnenen Zahlenergebnisse verändern werden.

Wir haben die neue Methode nach einigen Richtungen schon verwertet; am interessantesten war die Feststellung, dass sich aus übermerklichen Unterschieden der eben merkliche berechnen lässt. Aber auch anderes zogen wir in Betracht: die Ueberschätzung der Unterschiede bei starken Reizen, die Zonen günstigster Unterschiedsauffassung, vor allem die Verhältniszahlen, in denen die relativen Reizzuwüchse in den verschiedenen Sinnesgebieten zu einander stehen müssen, um als gleich geschätzt zu werden. Auf andere Probleme konnten wir vorläufig nur flüchtigen Ausblick gewinnen; ist doch kein Zweifel, dass manches Problem sich mit unserer Methode lösen lässt, das theoretisch unlösbar er-

schien. Es sei in diesem Sinne an die Betrachtung erinnert, mit der G. E. Müller seine treffliche Grundlegung der Psychophysik beginnt. Er führt aus, dass die Unterschiedsempfindlichkeit die Fähigkeit ist, vermöge welcher der Unterschied zweier gegebener Reizgrössen uns in höherem oder geringerem Grade merklich werden kann. „Von vornherein scheinen sich uns daher zur Gewinnung eines Masses der Unterschiedsempfindlichkeit zwei Wege darzubieten, nämlich dieselbe entweder den Graden der Merklichkeit proportional zu setzen, welche ein und derselbe Reizunterschied unter den betreffenden verschiedenen Versuchsumständen besitzt oder den Grössen derjenigen Reizdifferenzen reziprok zu nehmen, welche bei den verschiedenen Versuchsbedingungen einen und denselben Grad der Merklichkeit erreichen.“ Müller fährt nun fort: „Der erstere Weg ist uns jedoch thatsächlich verschlossen, da wir die Grade der verschiedenen Merklichkeiten, welche ein gegebener Reizunterschied unter wechselnden Versuchsumständen für uns besitzt, durch bestimmte Zahlenverhältnisse nicht auszudrücken vermögen, also z. B. ohne Willkür nicht sagen können, dass uns der Unterschied zweier gegebenen Gewichte in diesem Falle genau noch einmal so merklich sei, als in jenem Falle[1].“ Was auf dem Boden der bisherigen Psychophysik in der That unlösbar war, ist auf der neuen Grundlage, die wir durch die systematische Vergleichung von Reizunterschieden disparater Sinnesgebiete gewonnen haben, eine leicht lösbare Aufgabe. Vergleichen wir den Unterschied der zwei gegebenen Gewichte beispielsweise mit dem Unterschied zweier Schallstärken und stellen den nötigen Schallstärkenzuwachs fest, der dem Gewichtszuwachs gleich erscheint, und wiederholen dasselbe, nachdem wir durch Heben sehr schwerer Gewichte uns ermüdet und die Unterschiedsempfindlichkeit für Gewichte abgestumpft haben, so wird der jetzt nötige Schallstärkenzuwachs bei

[1]) G. E. Müller, Zur Grundlegung der Psychophysik. S. 1.

gleichem Gewichtszuwachs um so und so viel kleiner sein; ist der Schallzuwachs noch einmal so klein, so hat die Unterschiedsempfindlichkeit für Gewichte um die Hälfte abgenommen. Dass der eben merkliche Unterschied dann doppelt so gross sein muss, ergibt sich daraus dann als eine der vielen speziellen Folgen.

Es ist hier nicht der Platz zu erörtern, was zukünftige Untersuchungen auf dieser neuen Grundlage aufbauen können; das, was uns übrig bleibt, ist vielmehr die Erwägung, was sich aus alledem für die Beurteilung der bisher bekannten älteren Thatsachen ergibt, speziell, wie das Fechnersche psychophysische Grundgesetz, seine Bestätigungen, seine Abweichungen, seine Konsequenzen aufzufassen sind.

Das psychophysische Gesetz sagt in der Wundtschen Formulierung aus: ein Unterschied je zweier Reize wird gleich gross geschätzt, wenn das Verhältnis der Reize unverändert bleibt. Es ist klar, dass für die Bestätigung oder Bekämpfung des Gesetzes aus unseren Versuchen unmittelbar nur diejenige Gruppe in Frage kommt, welche durch Tabelle XVI und XVII repräsentiert war. Nur dort waren für Gewichte und für Schallstärken wirklich Reizpaare von gleichem Reizverhältnis innerhalb desselben Sinnesgebietes verglichen. Wir fanden da keine unbedingte Bestätigung des Gesetzes, aber doch eine approximative; entgegen wirkte ein anderes Gesetz, welches die übermerklichen Unterschiede bei starken Reizen grösser erscheinen liess, als bei schwachen, ein Gesetz, das ältere Versuchsreihen nicht beeinflussen konnte, weil dieselben sich auf die Untersuchung der eben merklichen Unterschiede beschränkten oder beim Vergleich übermerklicher Unterschiede nur benachbarte Distanzen verglichen, denen ein Reiz gemeinsam war. Erst bei der direkten Vergleichung weit abliegender Distanzen konnten die beobachteten Erscheinungen, die übrigens genaue Weiterverfolgung verlangen, sich bei den Durchschnittsergebnissen geltend machen. Im allgemeinen

aber, wie gesagt, sprechen auch jene Tabellen für die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes.

Unsere übrigen Versuche kommen für dasselbe zunächst nicht in Betracht, da die Veränderungen der Reizpaare auf einem Sinnesgebiet stets derart waren, dass der zweite Reiz verändert wurde, während der erste konstant blieb, das Verhältnis der Reize also bei jedem Versuche wechselte, und andererseits als selbstverständliche Voraussetzung des Weberschen Gesetzes gemeint ist, dass die Reizpaare nicht verschiedenen Sinnessphären angehören.

Denkbar wäre natürlich, dass das Webersche Gesetz auch für alle Sinne untereinander Geltung hätte, dass also der Unterschied eines Lichtpaares, dessen Reize sich wie 1 zu 3 verhalten, nicht nur dem Unterschied jedes anderen Lichtpaares gleich geschätzt wird, dessen Reize im selben Verhältnis stehen, sondern auch dem Unterschied eines Schall- oder Geruch- oder Temperatur- oder Gewichtpaares, wofern die Reize sich wie 1 zu 3 verhalten. Würde das Webersche Gesetz bei dieser ungeheuer erweiterten Deutung sich ebenfalls bewähren, so wäre es nicht einmal nötig, die obige Formulierung zu verändern; die alten Worte erhielten dann nur einen neuen Sinn, der ihnen früher nicht beigelegt wurde, weil stillschweigend der Zusatz „Reize derselben Qualität“ gemacht wurde, ein Zusatz, der nur deshalb wegblieb, weil die Vergleichung von Reizunterschieden verschiedener Qualitäten unmöglich schien.

Nun haben unsere Versuche aber bewiesen, dass nicht nur solche Vergleiche möglich sind, sondern dass auf Grund derselben die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes in diesem erweiterten Sinn durchaus bestritten werden muss. Wir haben gesehen, dass, wenn in disparaten Sinnesgebieten das Verhältnis der Reize dasselbe ist, dass dann ihr Unterschied durchaus nicht, auch nicht einmal annähernd gleich gross geschätzt wird. Wir sahen, dass beispielsweise, wenn zwei Gewichtsreize sich wie

1 zu 3 verhalten, ihr Unterschied gleich dem Unterschied zweier Schallreize geschätzt wird, wenn diese sich durchschnittlich wie 1 zu 2 verhalten, so dass der relative Zuwachs beim Gewicht noch einmal so gross sein muss, als beim Schall, wenn beiden gleiche Unterschiedsempfindung entsprechen soll. Das Webersche Gesetz gilt also lediglich für Reizpaare desselben Sinnesgebietes; darüber hinaus gilt es in keiner Weise, eine Behauptung, welche heute selbstverständlich mit derjenigen Reserve ausgesprochen werden muss, die aus der begrenzten Zahl unserer Versuchsreihen resultiert. Wir haben ja gesehen, dass die gleich geschätzten Reizunterschiede für Schall und Licht relativen Reizzuwüchsen entsprechen, welche nicht sehr erheblich differieren, 1,0 und 1,24. Es wäre also möglich, dass die betreffenden Zahlen für zwei noch nicht von uns verglichene Sinne vielleicht identisch wären; für jene zwei Sinne würde das Webersche Gesetz dann natürlich Geltung haben. Ebenso wäre es nicht unmöglich, dass bei sehr starken oder sehr schwachen Reizen die Ergebnisse sich etwas anders gestalten würden, als bei den von uns untersuchten mittleren Stärkelagen. Das eine aber steht fest, dass die bisherigen Versuche entschieden die allgemeine Gültigkeit des psychophysischen Gesetzes widerlegen, dass sie die Geltung desselben lediglich auf Reize von gleicher Qualität einschränken, und dass, nachdem die Unterschiedsvergleichbarkeit disparater Reizpaare bewiesen ist, das Webersche Gesetz ausdrücklich dahin formuliert werden muss: ein Unterschied je zweier Reize wird gleich gross geschätzt, wenn das Verhältnis der Reize unverändert bleibt und alle vier Reize demselben Sinnesgebiet angehören; gehören die beiden Reizpaare verschiedenen Sinnesgebieten an, so müssen die relativen Reizzuwüchse, um gleich gross geschätzt zu werden, in einem bestimmten Zahlenverhältnis stehen, das für je zwei Sinnesgebiete verschieden ist; für Gewicht, Schall und Licht ist es 2 zu 1 zu 1,24.

Auch bei dieser Fassung ist vorausgesetzt, dass wenigstens die beiden Reize je eines Reizpaares stets demselben Sinnesgebiet angehören; es muss weiteren Versuchen vorbehalten bleiben, zu prüfen, ob diese Beschränkung innerlich bedingt ist. Soweit tastende Vorversuche mich orientierten, schien es mir möglich, den Unterschied zwischen schwachem Schall und starkem Gewicht so einzustellen, dass er gleich dem Unterschied zwischen schwachem Gewicht und starkem Schall geschätzt wird. Weiter gehen meine Versuche nicht, und auch in dieser Grenze reichen sie nicht aus, um gesetzmässigen Zusammenhang festzustellen. Möglich wäre es nun aber auch, dass wir den Unterschied zwischen schwachem Schall und starkem Gewicht unmittelbar etwa mit dem Unterschied zwischen schwachem Temperatur- und starkem Lichtreiz vergleichen können oder irgend eine ähnliche Kombination.

So widersinnig derlei auf den ersten Blick scheint, so verständlich wird es, wenn wir uns daran erinnern, dass eine gewisse qualitative Aenderung auch bei den bisher üblichen psychophysischen Versuchen mit hineinspielte, ohne dass darin eine Fehlerquelle gesehen wurde. So sagt Grotenfelt[1]), der sich auf Lotze, Volkmann u. a. berufen kann, mit Recht, dass wir graue Flächen von verschiedener Helligkeit durchaus nicht als Empfindungen derselben Qualität, nur ihrer Intensität nach verschieden, auffassen. Ebenso ist es sehr fraglich, ob die Empfindung eines stärkeren Druckes wirklich dieselbe nur verstärkte Empfindung ist, wie die eines kleinen; ob der Geschmack einer konzentrierten Säure wirklich derselbe Geschmack ist, wie der einer verdünnten. Sehr möglich ist es, dass dasselbe auch für Geruch- und Temperaturempfindungen gilt und Grotenfelt meint daher, wir könnten durchaus nicht den Gedanken ausschliessen, „dass vielleicht auf allen Sinnesgebieten bei wechselnder Intensität und unveränderter Qualität

---

[1]) Grotenfelt, Das Webersche Gesetz u. d. psych. Relativität. S. 42 f.

der Reize, solche Veränderungen der Qualität der Empfindung mitlaufen". Der einzige Sinn, für welchen die Möglichkeit einer Intensitätsänderung ohne jede Qualitätsänderung allgemein angenommen wird, ist der Gehörsinn; aber dass gerade bei diesem die Intensitätsvergleichung auch bei etwas verschiedener Qualität möglich sei, wurde nie ernstlich bestritten. So bemerkt der beste Kenner der Tonpsychologie, Stumpf, dass nicht einzusehen ist, warum eine geringe Verschiedenheit der Qualität ein unübersteigliches Hindernis für die Vergleichung der Stärke sein sollte. „Den gleich starken Anschlag desselben c zweimal nacheinander sollten wir konstatieren können, den von c und cis nicht? Das Bewusstsein ist hierüber auch ganz entschieden [1])."

So ist denn thatsächlich zwischen den gewöhnlich verwerteten Reizpaaren und denen, welche zwei ganz verschiedene Qualitäten zusammenfassen, eigentlich kein prinzipieller Unterschied; qualitative Verschiedenheiten sind hier wie dort, der Unterschied bezieht sich nur auf den Grad der Verschiedenheit, es steht also von vornherein nichts der Annahme entgegen, dass den Versuchen hier eine unbegrenzte Mannigfaltigkeit von Reizkombinationen offen steht. Uebrigens möchte ich nicht versäumen, ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die qualitative Reizverschiedenheit, welche wir hier als Begleiterscheinung der Intensitätsänderung konstatierten, selbstverständlich nichts mit unserer einleitenden Betrachtung zu thun hat, derzufolge jede Intensitätsverschiedenheit im letzten Grund auch qualitative Verschiedenheit ist. Jene allgemeine Erörterung, welche die gesamte Fülle der Bewusstseinsinhalte überblickte, musste alles das qualitativ verschieden nennen, was nicht identisch war. Hier in der speziellen Frage verwerten wir dagegen naturgemäss jene Hilfsbegriffe, die zwecks systematischer Klassifikation entstanden; hier hat der Begriff der qualitativen Verschiedenheit schon vorher seine bestimmte

[1]) Stumpf, Tonpsychologie. Bd. I. S. 348.

Prägung im Gegensatz zur intensiven Verschiedenheit erhalten. Dort konnten wir daher zu dem Ergebnis kommen, dass zwischen intensiver und qualitativer Empfindungsänderung zunächst gar kein Unterschied besteht, alle Intensitätsänderung auch nur qualitativ sei, und hier können wir, ohne die alte Position aufzugeben, die andere Thatsache hervorheben, dass die meisten Intensitätsänderungen auch von gewissen Qualitätsänderungen begleitet seien. Das eine hat nichts mit dem anderen zu thun.

Lassen wir nun aber einmal das Thema der Reizunterschiede bei disparaten Qualitäten und die Frage nach der Ausdehnung des Weberschen Gesetzes auf diese Gebiete ganz beiseite. Was bedeutet uns, nach den gewonnenen Erfahrungen, das Webersche Gesetz in seinem angestammten Geltungsgebiete? Welcher Sinn muss auf dem Boden derjenigen Theorie, die alle Empfindungsunterschiede nur vermöge der muskulären Spannungsänderungen messen zu können glaubt, nun das Gesetz gewinnen, das von vier Reizen desselben Sinnesgebietes aussagt, der Unterschied je zweier Reize würde gleich gross geschätzt, sobald jedes Reizpaar in demselben Verhältnis steht.

Die Spannungstheorie gibt noch keine Erklärung, sondern überträgt das Gesetz lediglich in ihre eigene Sprache, wenn sie statt dessen sagt: je zwei Reize rufen dieselbe Aenderung der reflektorisch erregten Muskelspannung und dadurch dieselbe, als Mass des Empfindungsunterschiedes benutzte, Spannungsempfindung hervor, wenn das Verhältnis der Reize unverändert bleibt. Wie gesagt, das ist noch keine Erklärung, sondern nur eine neue Fassung, die nach dem Vorangegangenen selbstverständlich und ohne weiteres einleuchtend ist. Sie enthält aber insofern auch einen Fingerzeig für die Erklärung, als sie die ursächlichen Momente aus den rein sensoriellen Gebieten in die Sphäre des Muskelmechanismus hinüberschiebt und auf die Möglichkeit hinweist, dass im physiologischen Verhalten

des Muskelapparates die Bedingungen des Gesetzes zu suchen sind.

Der nächstliegende Gedanke ist dabei natürlich die Erinnerung an Preyers „myophysisches Gesetz“ [1]). Preyer hatte, gestützt teils auf eigene, teils auf Volkmanns ältere Versuche mit elektrischer Reizung an ausgeschnittenen Froschmuskeln, zwischen der Stärke des auf den motorischen Nerven wirkenden Reizes und der vom Muskel geleisteten Arbeit dieselbe Beziehung feststellen wollen, welche Fechner zwischen Sinnesreiz und Empfindung oder, wie Preyer es streng physiologisch auffasst, zwischen Sinnesreiz und Ganglienzellenerregung festgestellt hat. Hier wie dort bestand eine Reizschwelle, da auch der motorische Reiz eine gewisse Stärke erreicht haben muss, um motorische Effekte hervorzubringen; hier wie dort gab es eine Reizhöhe, da auch der elektrische Nervenreiz bei gewisser Stärke die maximale Arbeitsleistung hervorruft, so dass ein weiteres Anwachsen des Reizes keine Veränderung am Muskel erzeugt, und hier wie dort schien nun aus den Versuchen für die Zone zwischen Reizschwelle und Reizhöhe ein logarithmisches Beziehungsgesetz abgeleitet werden zu können.

So wie Fechner annimmt, dass der Empfindungsunterschied gleich ist, wenn der relative Reizunterschied gleich bleibt, so behauptet Preyer, dass der Hubhöhenunterschied des Muskels gleich ist, wenn der relative Unterschied der motorischen Reize derselbe bleibt. Ist H die Hubhöhe eines Muskels von bestimmter Länge, q die absolute Reizgrösse und k eine Konstante, so soll die Differentialgleichung $dH = k \frac{dq}{q}$ richtig sein. Preyer bezeichnet als Gegenstück zum psychophysischen Gesetz diese Abhängigkeit als myophysisches Gesetz und wie er die Bedingung des ersteren darin sucht, dass die Erregung

---

[1]) Preyer, Myophysische Untersuchungen. In Pflügers Arch. f. d ges. Physiol. Bd. V. S. 294 ff. u. S. 483 ff. Bd. VI. S. 237 ff. u. S. 567 ff. Das myophysische Gesetz 1874.

des sensiblen Nerven sich nicht völlig in Ganglienzellenerregung umsetzt, sondern einen wachsenden Widerstand überwinden muss, so erklärt er das letztere durch die Zunahme des Widerstandes, der bei wachsender Kontraktion von der motorischen Erregung überwunden werden muss, sobald die Nerventhätigkeit auf die Muskelfasern übergreift.

Es ist einleuchtend, dass der Preyersche Satz, wenn er unbestreitbar wäre, in dem Gefüge unserer vorangehenden Betrachtungen eine Bedeutung erhielte, die weit über die Anschauungen Preyers hinausträgt. Für Preyer war zwischen dem psychophysischen und dem myophysischen Gesetz lediglich ein formaler Zusammenhang; zwei voneinander völlig unabhängige Thatsachenkomplexe liessen sich auf denselben mathematischen Ausdruck bringen. Für uns würde sich dagegen dieser äusserliche Zusammenhang in einen innerlichen verwandeln; der psychophysische Thatsachencomplex wäre von dem myophysischen kausal abhängig, und nur weil die myophysischen Erscheinungen sich in jenem mathematischen Ausdruck wiedergeben lassen, nur deshalb gilt er auch für die psychophysischen Phänomene. Wir hatten ja erkannt, dass der Empfindungsunterschied zwischen je zwei Reizen nur dann gleich erscheint, wenn die Aenderung der reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen gleich ist; nun soll nach Preyer die Aenderung der Muskelspannung dann gleich sein, wenn der Reizzuwachs in demselben Verhältnis zum vorhandenen Reize steht. Gleicher Empfindungsunterschied ist mithin dann vorhanden, wenn die motorischen Reize in demselben Verhältnis stehen, und wenn wir annehmen, das der reflektorisch ausgelöste centrifugale Reiz proportional dem auslösenden centripetalen Reize wächst, so muss mithin der Empfindungsunterschied dann gleich erscheinen, sobald die Sinnesreize in demselben Verhältnis gegeben sind. Kurz, das psychophysische Gesetz wäre eine notwendige Folge des myophysischen Gesetzes.

Wir durften die Preyerschen Ergebnisse nicht unerwähnt

lassen, weil mit ihrer Hilfe sich das gesamte Problem so überaus einfach lösen zu lassen scheint; wir dürfen uns aber nicht verhehlen, dass dieser Weg, so schnell er auch zum Ziele zu führen scheint, uns thatsächlich verschlossen ist. Bernstein [1]), Luchsinger [2]) u. a. haben in überzeugender Weise sowohl mathematische wie physiologische Fehler in Preyers Ableitung nachgewiesen, vor allem aber kann die Beobachtung am ausgeschnittenen Nervmuskelpräparat uns für den normalen Vorgang durchaus nicht massgebend sein, sobald wir uns vergegenwärtigen, welche Faktoren für die Grösse der Muskelarbeit bestimmend sind. Ganz abgesehen davon, dass es sich um ein absterbendes, nicht mehr von Ernährungsflüssigkeit durchströmtes Gewebe handelt, bietet der Versuch am Präparat doch nur denjenigen Teil des normalen Vorgangs, der bei Wegfall der centripetalen Muskelgegenwirkung übrig bliebe, während zweifellos diese Gegenwirkung am lebenden Organismus von grösster Bedeutung ist.

Jede Muskelkontraktion wirkt zunächst direkt auf centripetale Nervenbahnen, meistens aber auch noch indirekt, insoferne die Antagonisten gedehnt oder, wenn nur Spannung, keine Verkürzung eintreten soll, die Antagonisten in Gegenspannung gebracht werden. Der Vorgang an dem gereizten Muskel, sowie der in den Antagonisten repräsentiert somit einen Reizkomplex, der auf das Centralnervensystem wirkt und jede Muskelarbeit begleitet. Die psychophysische Wirkung dieses im Muskel entstehenden Reizes wird eine mannigfaltige sein; uns interessiert nur die eine, seine Hemmungswirkung. Je stärker der Muskel gespannt und der Antagonist gedehnt ist, desto mehr wird durch den sekundären centripetalen Reiz das Anwachsen des primären motorischen Reizes gehemmt werden. So wie bei anhaltender Kontraktion der chemische

---

[1]) Bernstein, In Pflügers Arch. f. d. ges. Phys. Bd. IV. S. 403 ff. Bd. VII. S. 90 ff.

[2]) Luchsinger, In Pflügers Arch. Bd. VI. S. 395 ff. S. 642 ff. Bd. VIII. S. 538 ff.

Ermüdungsreiz dem motorischen Impulse entgegenwirkt und, allmählich wachsend, mit seiner entspannenden Tendenz schliesslich den primären Kontraktionsreiz überwindet, so muss auch mit zunehmender Kontraktion der direkte und indirekte mechanische Reiz in steigendem Masse auf den centralen motorischen Impuls hemmend einwirken. Es ist klar, dass am ausgeschnittenen Froschmuskel diese centripetalen Bahnen ausgeschaltet sind, da ihnen die centrale Verbindung mit dem motorischen Nerven fehlt; die reflektorisch hemmenden Faktoren fehlen also bei dem Versuch am Präparat, und wenn von Preyers Gegnern darauf hingewiesen wird, dass die Versuche eher für Proportionalität zwischen motorischem Nervenreiz und Muskelarbeit sprechen, so werden wir mithin auch in diesem Ergebnis keinen Ausdruck der natürlichen Verhältnisse, sondern nur die Beschreibung eines einzigen Faktors suchen müssen, neben dem die hemmenden Einflüsse nicht vernachlässigt werden dürfen.

Halten wir aber an der Annahme fest, dass die Muskelarbeit, wenn keine hemmenden Einflüsse entgegenwirken würden, dem motorischen Reiz proportional ist, die Kontraktionszunahme also dem Reizzuwachs direkt proportional gesetzt werden kann und fügen die ebenso naheliegende einfachste Annahme hinzu, dass jene centripetalen Einwirkungen eine Hemmung auf das Centralorgan ausüben, welche direkt proportional der schon vorhandenen motorischen Erregung ist, so wären alle Bedingungen gegeben, um bei relativ gleichem Reizzuwachs absolut gleichen Arbeitszuwachs im Muskel zu erzeugen. Ist nämlich bei dem neuen Reizzuwachs die Hemmung direkt proportional der vorhandenen motorischen Erregung, so muss offenbar der Arbeitszuwachs der vorhandenen Erregung umgekehrt proportinal sein; es ist mithin der Arbeitszuwachs direkt proportional dem Reizzuwachs und umgekehrt proportional dem vorhandenen Reiz. Die Spannungsänderung ist dann die gleiche, wenn der Reizzuwachs zum Reiz in demselben Verhältnis steht.

Es wäre voreilig zu behaupten, dass die betreffenden Faktoren sich wirklich genau so verhalten; das vorliegende physiologische Material ist zu einer solchen Feststellung noch nicht hinreichend, und auch die Untersuchungen an pathologischen Fällen, wo die centripetalen hemmenden Einwirkungen wegfielen, sind wegen der hier hineinspielenden Erfahrung und Uebung nicht ohne weiteres benutzbar. Es wäre also möglich, dass die Arbeit dem Reiz nicht direkt proportional ist, und dass ebenso die Hemmung zu der vorhandenen Erregung in einem komplizierteren Verhältnis steht. Gezeigt werden sollte nur, wie schon die denkbar einfachsten Annahmen zu der Folgerung führen, dass bei gleichem Reizverhältnis gleiche Muskelspannungsänderung eintritt und somit die Bedingung für das psychophysische Gesetz erfüllt wäre.

Selbstverständlich würden mancherlei andere Annahmen zu demselben Schluss führen. Wir hatten beispielsweise vorläufig immer angenommen, dass der centrifugale Reiz zur reflektorischen Muskelspannung proportional dem centripetal geführten, den Reflex auslösenden Sinnesreiz ist. Es könnte ja aber sehr wohl gerade auf dieser Reflexbahn mit wachsender Reizstärke ein wachsender Bruchteil der Energie verloren gehen und somit ein gleicher motorischer Reizunterschied vorliegen, wenn die sensiblen Reize in demselben Verhältnis stehen; die Ursache des Gesetzes läge dann in dem Reflex vermittelnden Apparat. Kurz, eine ganze Reihe von Annahmen genügen zur Stütze der Thatsache, dass bei gleichem Verhältnis der sensiblen Reize eine gleiche Aenderung in den reflektorisch ausgelösten Muskelspannungen eintritt; die Unterlage für eine Gleichschätzung der Unterschiede zwischen den von den sensiblen Reizen erweckten Empfindungen ist damit gegeben. Welche von jenen Annahmen — wir haben nur die denkbar einfachsten erwähnt — der Wirklichkeit voll entsprechen, wird mehr oder weniger naturwissenschaftlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen. Die Psychophysik hat sich

damit zu begnügen, dass sie das scheinbar unerklärliche sensorielle Phänomen auf das Gebiet des Muskelmechanismus hinübergeschoben hat und dort in bekannten, mechanisch verständlichen Vorgängen die Bedingungen für den erschlossenen Thatbestand findet, wenn auch die Erklärung des physiologischen Vorganges noch im einzelnen streitig ist.

Nun bleibt bei alledem scheinbar noch eine grosse Schwierigkeit übrig, denn unsere psychophysische Erklärung der Unterschiedsmessung mit Hilfe der sekundären Muskelspannungen erklärt ja noch in keiner Weise diejenige Erscheinung, von der die Psychophysik ausging: die Unterschiedsschwelle. Durch gleiche Muskelspannungsänderungen werden wir veranlasst, zwei merkliche Empfindungsunterschiede als gleich zu betrachten; aber dass zwei Empfindungspaare bei gleichem Reizverhältnis einen eben merklichen Unterschied aufweisen, das ist offenbar von den sekundären Spannungen unabhängig, denn wir können den eben merklichen Unterschied ja nur dadurch charakterisieren, dass er bei der geringsten Verkleinerung des Reizunterschiedes verschwindet. Das einzige Merkmal des eben merklichen Unterschiedes hat also mit der Grössenschätzung desselben nichts zu thun, kann mithin nicht in bestimmter Hemmungsänderung gesucht werden, sondern gründet sich auf eine Eigenschaft des Reiz percipierenden Centralapparates, da nur dieser es bedingen kann, dass zwei Reize bei geringerem Unterschied nicht zwei verschiedene, sondern eine einzige Empfindung auslösen.

Wir hatten gesehen, dass Intensitätsunterscheidungen dann entstehen, wenn qualitative Empfindungsänderungen von sekundären Spannungsänderungen begleitet sind; wenn aber die Empfindungen selbst keine qualitative Verschiedenheit zeigen, vielmehr identisch sind, so kann von ihnen natürlich auch keine Spannungsänderung ausgehen. Mag die Intensitätsunterscheidung und die Vergleichung der Intensitätsunterschiede von den Muskelspannungen abhängig sein, die

Unterschiedsschwelle gehört völlig in sensorielles Gebiet. Wenn wir aus Gesetzen der Muskelspannung begreifen können, weshalb zwei Empfindungsunterschiede uns gleich scheinen, sobald die Reize in gleichem Verhältnis stehen, so wird dadurch also noch nicht im geringsten erklärt, weshalb die Reize auch dann in gleichem Verhältnis stehen müssen, wenn die Empfindungen gerade eben als nicht identisch wahrgenommen werden sollen und gerade das war ja die erste Behauptung der Psychophysik.

Wir müssen es vorläufig geradezu als eigentümlichen Zufall bezeichnen, dass dasselbe Gesetz, welches für die gleichen Empfindungsunterschiede gilt, auch für die eben merkbare Verschiedenheit Geltung hat, denn dass der Punkt der eben merkbaren Verschiedenheit sich nicht mit demjenigen decken muss, bei welchem der kleinste messbare Empfindungsunterschied wahrgenommen wird, haben wir ja wiederholt gesehen. Halten wir aber dieses letztere im Auge, trennen wir zwischen den Fällen, wo wirklich der kleinste eben noch merkbare, aber in seiner Richtung erkennbare Empfindungsunterschied aufgesucht wurde und denen, wo lediglich eine eben merkbare Verschiedenheit festgestellt wurde, so ergibt sich, dass überhaupt nur für die ersteren Fälle das Webersche Gesetz gültig ist, für die letzteren es dagegen im allgemeinen nicht zutrifft. Aus der Vernachlässigung dieser notwendigen Trennung entstanden die so verschiedenartigen Behauptungen bezüglich der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes; die eine Methode bevorzugt diese, die andere jene Aussage, ja innerhalb derselben Methode kann die eine Versuchsperson unter der Unterschiedsschwelle das Reizverhältnis verstehen, bei dem sie gerade irgend eine inhaltliche Verschiedenheit bemerkt, während die andere Versuchsperson das Verhältnis aufsuchte, bei dem eine eben merkbare Unterschiedsempfindung von bestimmter Richtung vorliegt.

In vielen Fällen ist jetzt nachträglich eine Sonderung

natürlich unmöglich; in zahlreichen Fällen aber können wir doch teils aus der angewandten Methode, teils aus den Beschreibungen der inneren Vorgänge mit Sicherheit erschliessen, ob die Versuche sich auf das eine oder auf das andere beziehen. Wenn beispielsweise vorher gesagt wird, nach welcher Richtung sich der Reiz verändern wird, so wird die Versuchsperson den eben merkbaren Unterschied dort angeben, wo sie überhaupt eine Verschiedenheit merkt. Weiss sie dagegen nicht, nach welcher Richtung die Veränderung erfolgt und soll angeben, ob der zweite Reiz stärker, gleich oder schwächer als der erste ist, so wird sie einen Fall, wo sie zwar eine Verschiedenheit, aber keine bestimmte Unterschiedsempfindung wahrnimmt, zu den gleichen, richtiger zweifelhaften Fällen rechnen, und somit die Unterschiedsschwelle dorthin verlegen, wo die aus den Muskelspannungen stammende Unterschiedsempfindung als erkennbarer besonderer Faktor zu den beiden Reizempfindungen hinzutritt.

Es wäre die interessante Aufgabe einer besonderen Studie, das gesamte vorliegende Material über die Unterschiedsschwelle unter diesem Gesichtspunkt zu sondern. Das ist ja klar, dass wir zu der stets ausgeführten Verallgemeinerung des psychophysischen Gesetzes vom eben merkbaren Unterschied auf alle merkbaren Unterschiede nur dann allenfalls berechtigt sind, wenn es sich in denjenigen Versuchen bewährt hat, bei welchen unter Unterschiedsschwelle die eben merkbare Unterschiedsempfindung verstanden wird, da nur in diesem Falle es sich um gleiche Unterschiede handelt. Wird dagegen als Unterschiedsschwelle der Punkt eben merkbarer Verschiedenheit betrachtet, so haben wir nicht die geringste Berechtigung, die Verschiedenheit zwischen zwei Empfindungen der Verschiedenheit zweier anderer Empfindungen gleich zu setzen; wir könnten an den so gefundenen Unterschiedsschwellenwert gar keine Folgerung über das Reizverhältnis bei gleichen Empfindungsunterschieden anknüpfen.

Uebrigens wiederholt sich dasselbe Verhältnis in ähn-

licher Weise bei den stark merklichen Unterschieden; auch dort kann man ja natürlich von der muskulären Unterschiedsempfindung abstrahieren, und die Aufmerksamkeit völlig der qualitativen Verschiedenheit zuwenden. So konnten denn Langer, Hering, Brentano u. a. mit gewissem Recht behaupten, dass niemand den Zuwachs, der zu einem schwachen Reiz hinzukommt, dem zehnmal so starken Zuwachs gleich schätzt, der zu einem zehnmal so starken Reiz kommt. Wir schätzen in unmittelbarer Empfindung solche verschiedenen Zuwüchse gleich, wenn wir die aus Reizempfindungen und Muskelempfindungen sich zusammensetzenden Gesamtvorstellungen vergleichen und nennen sie ungleich, sobald wir nur die Empfindungsinhalte isoliert aufzufassen bemüht sind.

So viel ich nun sehe, verhält es sich in der That so, dass sich das Webersche Gesetz im allgemeinen dort bewährt hat, wo die eben merkbaren Unterschiedsempfindungen gemessen wurden und dort nicht, wo die eben merkbare Verschiedenheit in Frage kam. So scheinen mir die viel diskutierten Lichtversuche von Volkmann, Aubert, Helmholtz, Lamansky, Dobrowolsky u. a. sich mit der Konstatierung einer Verschiedenheit zu begnügen und dementsprechend nur unzureichend das Webersche Gesetz zu bestätigen, während die Gewichtsversuche von Weber und Fechner, die Konvergenzversuche von Wundt, die Sterngrössenbestimmungen, die Augenmassversuche, die Schallversuche von den verschiedensten Seiten so unternommen wurden, dass wirklich die Richtung des Unterschiedes erkannt werden musste; sie alle machen die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes in hohem Masse wahrscheinlich.

Dass auch bei den Versuchen letzterer Art noch mannigfache Abweichungen vom psychophysischen Gesetz sich ergeben, ist nicht bestreitbar, aber die Abweichungen sind auf dem Boden der Spannungstheorie ohne weiteres verständlich, wenn wir die Möglichkeit erwägen, dass dem minimalen wahrnehmbaren Reiz, zumal, wenn ihm die Aufmerksamkeit

zugelenkt ist, eine überminimale Muskelspannung entspricht und ebenso die Reizhöhe, jenseits derer eine Reizverstärkung nicht mehr gemerkt wird, von einer untermaximalen Spannung begleitet ist. Ebenso werden wir leicht einsehen, dass die Versuche auf dem einen Sinnesgebiet exaktere Ergebnisse liefern müssen, als auf dem anderen, da beispielsweise der Schall — man denke an Tanz-, Marsch-, Trauermusik — zu den Spannungen und Entspannungen des Muskelsystems in sehr viel engerer, durch Reflexbahnen vorgebildeten Verbindung steht als etwa das Licht.

Trotz alledem müssen wir nun aber anerkennen, dass, so wichtig auch für die Prüfung der Unterschiedsschwelle jene prinzipielle Trennung zwischen der blossen Konstatierung einer Verschiedenheit und der Wahrnehmung einer bestimmten Unterschiedsempfindung ist, dass im allgemeinen doch beide sich decken; wäre das nicht so, dann wäre es ja auch unbegreiflich, dass diese Trennung bisher so völlig versäumt ist. In der That haben wir im allgemeinen eine eben merkbare Unterschiedsempfindung dann, wenn eine Verschiedenheit zwischen beiden Empfindungen eben merkbar ist; wir haben gesehen, dass kleine Abweichungen davon nicht selten vorkommen und können daran festhalten, dass um dieser Abweichungen willen die Versuche zur Prüfung des Weberschen Gesetzes sich nur an die Unterschiedsempfindung halten müssen, aber im grossen und ganzen fällt die Schwelle der Unterschiedsempfindung mit der Verschiedenheitsschwelle doch zusammen. Wenn wir also zuerst es einen Zufall nannten, dass das Webersche Gesetz ungefähr sowohl für die eine wie für die andere Geltung hat, so müssen wir jetzt zufügen, dass diese Uebereinstimmung selbstverständlich ist, weil beide im allgemeinen identisch sind; so weit die Verschiedenheitsschwelle von der Unterschiedsschwelle abweicht, sehen wir in der That das Webersche Gesetz sehr ungenau zutreffen. Der Zufall ist nun aber bei dieser Auffassung doch nicht ausgeschaltet, er ist vielmehr nur in jenes andere Zusammen-

treffen verschoben, dass nämlich die eben merkbare Verschiedenheit und die eben merkbare Unterschiedsempfindung bei demselben Reizunterschied eintreten, obgleich die erstere eine Funktion des sensorischen, die letztere eine Funktion des motorischen Apparates ist. Die eine besagt, dass die beiden Reize centrale Erregungen auslösen, welche gerade eben als nicht identisch aufgefasst werden, die andere besagt, dass die beiden Reize reflektorische Muskelspannungen auslösen, zwischen denen die Spannungsänderung eine eben merkbare Unterschiedsempfindung hervorruft.

Wollten wir auch dieses zufällige Zusammentreffen zu einem notwendigen Zusammenhang erheben und einem allgemeineren Gesetze unterordnen, so bedarf es nur eines Schrittes, wenn dieser Schritt auch freilich uns bis an die äussersten Grenzen der Psychologie führt und nicht jeder geneigt sein wird, ihn mitzumachen. Ich meine nämlich, dass Verschiedenheitsschwelle und Schwelle der muskulären Unterschiedsempfindung nicht voneinander unabhängig sind und durch Zufall übereinstimmen, sondern dass die erstere von der letzteren vollkommen abhängig ist, derart, dass wir eine Reizverschiedenheit nur dann wahrnehmen, wenn wir beim Uebergang von einem Reiz zum andern einer Muskelempfindung uns bewusst werden. Tritt diese nicht hinzu, so werden wir uns im allgemeinen auch der Reizverschiedenheit nicht bewusst, denn, so überraschend es klingen mag, die Gesamtheit der psychischen Erscheinungen weist als letztes Prinzip, über das hinaus wir nicht vordringen können, die Thatsache auf, dass jeder Bewusstseinsinhalt eine Muskelempfindung verlangt. Eine Gehirnerregung, welche nicht von centripetalen Wirkungen gleichzeitiger oder centralen Nachwirkungen früherer Muskelarbeit begleitet ist, hat wohl ihre physiologischen Folgen, erweckt aber keinen Bewusstseinsinhalt. Jeder wirkliche Bewusstseinsinhalt verlangt Muskelempfindungen; dieselben unterdrücken heisst den Bewusstseinsinhalt verschwinden lassen, dieselben verstärken, heisst den Bewusst-

seinsinhalt lebhaft und klar hervortreten lassen. Unzählige Reize wirken ja fortwährend auf unsere Sinne und rufen Gehirnerregungen hervor, ohne ins Bewusstsein zu dringen, bis wir uns ihnen zuwenden, indem wir die entsprechenden Muskelempfindungen associieren; und wollen wir sie deutlich auffassen, so müssen wir die Aufmerksamkeit hinlenken, d. h. die Muskelspannungen verstärken. Jedes räumliche und zeitliche Auffassen, jedes Wahrnehmen und Denken, jedes Fühlen und Wollen verlangt Muskelempfindungen. Die Muskelempfindungen sind die Grundlage unserer Persönlichkeit und alles, was mit ihnen sich nicht verbindet, bleibt für unser Ich unbewusst, gleichviel ob man dem Nichtbewussten eine unvorstellbare psychische oder nur physiologische Existenz zuschreiben will. Auf dem Unterdrücken der Muskelempfindung beruht dementsprechend alle Hemmung, wie sie fortwährend sich als Wirkung anders gerichteter Aufmerksamkeit geltend macht; auf solcher Unterdrückung der Muskelempfindung mit daraus folgendem Wegfall der entsprechenden Vorstellungen beruht auch alle Suggestion. Beständige gleichförmige Eindrücke verschwinden aus unserem Bewusstsein, weil sie keine neuen Spannungsempfindungen mehr erzeugen; aus demselben Grunde gibt äusserst langsame Zunahme der Nervenreizung keine Empfindung.

Hier ist nicht der Ort, das weiter auszuführen; jenes letzte Prinzip des psychophysischen Geschehens selbst wieder psychophysisch zu begründen, ist überdies selbstverständlich ein unmögliches Verlangen. Wir müssen die Thatsache als letztes psychologisches Wissen anerkennen, jenseits dessen die Metaphysik und nicht mehr die Psychophysik zu argumentieren hat. Hier kam es uns ja nur darauf an, auf eine Auffassung hinzuweisen, derzufolge jede bewusste Vorstellung der begleitenden Muskelerregung bedarf. W o k e i n e M u s k e l e m p f i n d u n g i n d e n B e w u s s t s e i n s i n h a l t e i n g e h t, d a v e r s c h w i n d e t ü b e r h a u p t j e d e s b e w u s s t e E r l e b n i s; es ist mithin nur ein Spezialfall eines allgemeinen Ge-

setzes, wenn auch die Empfindungsverschiedenheit lediglich bei begleitender muskulärer Spannungsempfindung wahrgenommen wird und somit dasjenige Reizverhältnis, bei welchem eben merkbare reflektorische Spannungsänderung eintritt, zugleich dasjenige sein muss, bei welchem überhaupt erst eine Verschiedenheit der Reize wahrgenommen wird.

So führt uns die Frage nach der Unterschiedsschwelle unmittelbar zu den tiefsten und letzten Fragen der Psychologie; die Untersuchung des psychophysischen Gesetzes, überhaupt die Untersuchung der Reiz- und Empfindungsunterschiede wird sich aber künftig von dem an Fehlerquellen so überaus reichen und zum Streit herausfordernden Gebiet der Unterschiedsschwelle möglichst fern zu halten haben, und dafür die übermerklichen Unterschiede zu ihrem wesentlichen Objekt machen, nachdem der Nachweis geliefert ist, dass da nicht nur die sehr beschränkte Methode der mittleren Abstufungen brauchbar ist, sondern aus vier beliebigen Reizstärken zwei vergleichbare Reizpaare gebildet werden können und dass vor allem die Versuche an Mannigfaltigkeit und Fruchtbarkeit überaus gewinnen, wenn Reizpaare aus disparaten Sinnesgebieten verglichen werden.

Es bleibt uns nur noch die Frage übrig, wie die bisherigen Versuche mit übermerklichen Unterschieden aufzufassen sind, eine Frage, die um so wichtiger ist, als gerade die neuesten Untersuchungen auf demselben Gebiet zu scheinbar widersprechenden Ergebnissen gelangt sind. Ebbinghaus nämlich kam in seiner schönen Untersuchung über die Gesetzmässigkeit des Helligkeitskontrastes [1]) zu dem Ergebnis, dass in jedem mässig grossen Ausschnitt innerhalb des Gebietes der gewöhnlich vorkommenden Helligkeiten die objektiven Helligkeitszahlen annähernd eine geometrische Pro-

---

[1]) Ebbinghaus, In Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1887. S. 995 ff.

gression bilden, wenn die entsprechenden Helligkeiten von uns subjektiv als äquidistant gesehen werden, ähnlich wie es Delboeufs Versuche und die Stärkemessungen des Sternenlichtes ergeben hatten. — Merkel findet dagegen in seinen vielseitigen Experimenten über die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung [1]), dass für Lichtreize, und ebenso für Schallreize, die Methode der mittleren Abstufungen durchgängig einen Wert liefert, welcher dem arithmetischen Mittel näher liegt als dem geometrischen. Nach dem einen sind die Empfindungsunterschiede also dann gleich, wenn die Reize denselben relativen Unterschied aufweisen, nach dem andern, wenn der Reizunterschied dieselbe absolute Grösse hat.

Aber auch dieser scheinbar unlösbare Widerspruch fällt weg, sobald wir beide Arbeiten vom Standpunkt der Spannungstheorie vergleichen. Unter dem Empfindungsunterschied ist nämlich in beiden Fällen etwas ganz Verschiedenes zu verstehen. Nehmen wir an, es seien drei Reize a, b, c nach der Methode der mittleren Abstufungen herzustellen, so dass b in der Mitte zwischen a und c stehen soll, so lassen sich zwei Auffassungen dieser Aufgabe denken, die selbstverständlich zu ganz verschiedenen Ergebnissen führen. Man kann nämlich sich bemühen, b so zu wählen, dass der Unterschied zwischen a und b unmittelbar gleich dem zwischen b und c empfunden wird oder, wie wir jetzt sagen werden, so, dass die reflektorische Spannungsänderung beim Uebergang von a zu b gleich der ist beim Uebergang von b zu c. Unzweifelhaft ist diese Methode, die gestellte Aufgabe zu lösen, die nächstliegende und natürliche; Ebbinghaus hat sie ausschliesslich verwandt, ohne die Möglichkeit einer anderen Auffassung überhaupt zu berücksichtigen. In treffender Weise äussert er selbst: die Anschauung der Helligkeitsdistanzen verhält sich zu derjenigen der einzelnen Helligkeiten sehr

---

[1]) Merkel, In Philos. Studien Bd. IV. S. 541 ff., Bd. V. S. 245 ff und S. 499 ff.

ähnlich wie die Anschauung einer räumlichen Strecke zu derjenigen der einzelnen Orte.

Die andere, ferner liegende Methode ist komplizierter. Man kann nämlich auch jede Empfindung für sich auffassen und den Unterschied zwischen dem Nullpunkt der Empfindung und der gegebenen Intensität durch eine Spannungsempfindung abmessen; auf diese Weise entstehen drei Spannungsempfindungen, die eine beim Uebergang von Null zu a, die zweite von Null zu b, die dritte von Null zu c, und die Aufgabe ist nun, b so zu wählen, dass jene zweite Spannungsempfindung in der Mitte zwischen der ersten und der dritten Spannungsempfindung steht, eine Aufgabe, welche nur mit Hilfe der Spannungsempfindungen zweiter Ordnung gelöst werden kann. Es ist selbstverständlich, dass der Wert von b jetzt ein anderer ist als bei der ersten Methode, bei der überhaupt nur die beiden Spannungsempfindungen a — b und b — c in Frage kamen, während jetzt 0 — a, 0 — b, 0 — c hervorgerufen und abgestuft werden. Diese etwas fremdartige, aber, wenn nichts vereinbart ist, durchaus zulässige Auffassnng der Aufgabe beherrscht nun, wenn ich mich nicht täusche, die ganze Merkelsche Arbeit.

Schon aus dem Beispiel bezüglich der Gefühle geht das klar hervor. Merkel sagt: wenn wir zu den Summen 10 Mark und 1000 Mark diejenige nennen sollen, welche etwa die mittlere Wertschätzung erfahren würde, so werden wir nicht 100 Mark nennen, sondern eher einen Wert, der dem arithmetischen Mittel, 505 Mark nahe liegt. Der Gegensatz der beiden Methoden ist hier klar ausgesprochen. Eine mittlere Gefühlsabstufung der üblichen Art würde als Mitte zwischen 10 und 1000 in der That 100 Mark annehmen, weil die Unterschiedsempfindung, wenn unser Vermögen von 10 auf 100 Mark wächst, ungefähr dieselbe ist wie dann, wenn es von 100 auf 1000 Mark ansteigt. Merkel aber setzt die Mitte auf 505 Mark an, weil er eben unter mittlerer Abstufung gar nicht die subjektive Gleichschätzung der beiden Distanzen

versteht; dass der Uebergang von 10 zu 505 Mark für das subjektive Gefühl bedeutender erscheint als der von 505 zu 1000, würde auch er nicht bestreiten, er will nur eben nicht die beiden Gefühle beim Uebergang von einem zum andern vergleichen, sondern die drei Gefühle beim Uebergang von Null zu jedem der drei Werte.

Geradezu beweisend für diesen Sachverhalt ist nun die Thatsache, dass nach Merkel[1]), wenn uns zwei bestimmte Grenzen der Empfindungsstärken gegeben sind, zu der Aufgabe, eine mittlere Empfindung herzustellen, „jedenfalls auch noch die andere treten kann, diejenige Empfindung zu bestimmen, welche die mittlere Proportionale bildet". Es wäre jedenfalls von grossem Interesse, fügt er hinzu, diese beiden Aufgaben experimentell durchzuführen und ihre Resultate einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Ich glaube, dass diese Doppelaufgabe von dem Standpunkt aus, den Ebbinghaus, Delboeuf, Wundt u. a. instinktiv ohne weitere Diskussion eingenommen haben, überhaupt nicht existiert.

Die Erörterungen über die Abstufungsversuche haben früher niemals untersucht, ob die mittlere Empfindung oder die mittlere Proportionale der Empfindungen gesucht wurde, weil man nichts anderes finden wollte als diejenige Empfindung, welche von den beiden anderen in unmittelbarer Schätzung gleich weit entfernt scheint. Dieser Anforderung genügt aber nicht Merkels mittlere Empfindung, sondern seine mittlere Proportionale. Merkel übersieht das, weil er glaubt, zwischen Empfindungsunterschied und Empfindungsverhältnis trennen zu dürfen und nun die mittlere Proportionale bei gleichem Verhältnis, die Mitte dagegen an der Stelle des gleichen Unterschiedes ansetzt. Das sind aber Begriffe, die ganz fälschlich von den Reizen auf die Empfindungen übertragen werden, denn wir haben ja genugsam gesehen, dass es einen messbaren Empfindungsunterschied, der gewisser-

[1]) A. a. O. Bd. IV. S. 591.

massen in der Art des Reizunterschiedes durch Subtraktion erhalten wird, überhaupt nicht gibt. Jede Empfindung ist ein Bewusstseinsinhalt für sich, die stärkere enthält nicht die schwächere, ihre Distanz wird daher messbar überhaupt nur durch den Hinzutritt eines ganz neuen Elementes, der Spannungsempfindung. Die Vergleichung der hinzutretenden Spannungsempfindungen ist somit das einzige Mittel, zwei Empfindungspaare miteinander unmittelbar zu vergleichen; ob wir nun aber von zwei Empfindungspaaren, bei denen die Spannungsempfindung gleich ist, in der üblichen Weise aussag en, dass zwischen den Empfindungen gleicher Unterschied besteht, oder statt dessen behaupten, dass zwischen ihnen gleiches Verhältnis vorliegt, das ist ein sinnloser Wortstreit, der sich den Schein wirklichen Sinnes nur durch die Verwirrung von Reizeigenschaften und Empfindungseigenschaften erzeugt.

Ob wir also bei vollzogener mittlerer Abstufung die Gleichheit von a — b mit der von b — c als Gleichheit der Unterschiede oder als Gleichheit der Verhältnisse bezeichnen, ist gleichgültig; in jedem Falle kann darunter nur dasselbe verstanden werden, zwei getrennte Aufgaben, die zu verschiedenen Resultaten führen können, sind das nicht. Wenn Merkel b als mittlere Proportionale bezeichnen will, so ist mithin dagegen nichts einzuwenden, dann haben Delboeuf, Ebbinghaus u. a. stets mittlere Proportionalen hergestellt. Er darf dann eben nur nicht glauben, dass seine mittlere Empfindung, die mit der mittleren Proportionale nicht identisch sein soll, ebenfalls aus einer Gleichmachung von a — b und b — c hervorgeht; solche Gleichsetzung ist nur bei einem einzigen b-Wert möglich, nicht bei zwei verschiedenen. Findet Merkel trotzdem einen zweiten b-Wert, so kann er mithin nicht dadurch entstanden sein, dass er a — b gleich b — c machte, sondern dadurch, dass er die Unterschiedsempfindungen 0 — a, 0 — b, 0 — c ins Bewusstsein rief, und nun nicht zwischen den drei Lichtempfindungen a, b, c, son-

dern zwischen jenen drei Unterschiedsempfindungen, richtiger zwischen den drei Spannungsempfindungen gleiche Distanzen abmass. Wie Merkel dazu gekommen ist, lässt sich leicht erkennen; diese problematische Methode musste sich einfach daraus ergeben, dass er, nicht wie die Vorgänger, simultane, sondern, aus anerkennenswerten Gründen, successive Reize benutzte und somit jeden Reiz isoliert auf sich wirken liess, so dass die Schätzung seines absoluten Wertes, d. h. die Abmessung seiner Entfernung vom Nullpunkt überaus nahe lag.

Gerade daraus musste sich auch Merkels bisher unbekannte „Methode der doppelten Reize" ergeben, von der ich getrost behaupten möchte, dass sie für die bisher übliche Methode der Distanzbeurteilung einfach sinnlos gewesen wäre. Thatsächlich ist sie eine mittlere Abstufung zwischen Null, erstem und zweitem Reiz, derart, dass wieder jeder Reiz für sich mit Null verglichen wird und gleiche Unterschiedsempfindungen zwischen den so entstehenden absoluten Distanzempfindungen angestrebt werden.

Die Merkelsche und die Ebbinghaussche Aufgabe ist mithin von vornherein völlig verschieden; es ist also selbstverständlich, dass auch ihre Resultate different sind. Wenn Ebbinghaus, dem psychophysischen Gesetz entsprechend, gleichen Empfindungsunterschied bei gleichem Reizverhältnis konstatiert, so wird mithin sein Resultat durchaus nicht durch die Arbeit Merkels umgestossen, der gleichen Empfindungsunterschied bei gleichem absolutem Reizunterschied findet, da nur Ebbinghaus den Empfindungsunterschied in der üblichen Weise auffasst, während Merkel ihm eine komplizierte andere Grösse substituiert. Die Versuche mit übermerklichen Unterschieden sprechen also, trotz Merkels scheinbar abweichendem Ergebnis, im allgemeinen durchaus zu Gunsten des Weberschen Gesetzes: Gleicher Empfindungsunterschied bei gleichem Reizverhältnis.

Ich glaubte, die beiden Arbeiten etwas eingehender be-

sprechen zu müssen, nicht so sehr, um für die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes einzutreten, als vor allem, um an einem Einzelfall deutlich zu zeigen, wie die Spannungstheorie in die verschiedenartigsten psychophysischen Untersuchungen Licht bringt. Die Differenz der beiden Auffassungen musste unverständlich, der Widerspruch der Ergebnisse musste unlösbar sein, solange die Bedeutung der Spannungsempfindungen für die Messung und Distanzvergleichung der Reizwahrnehmungen unbeachtet blieb. Auf der neuen theoretischen Grundlage gewinnt jede psychophysische Methode so erst ihre charakteristische Bedeutung, und die Differenzen der Resultate finden ihre natürliche Erklärung. Das aber wäre nicht das ungünstigste Ergebnis, wenn auf der neuen Grundlage im allgemeinen die bisher üblichen Methoden zurücktreten würden, der Streit um den eben merklichen Unterschied und die mittlere Abstufung verstummen würde und die Arbeitskräfte sich den mannigfachen Problemen zuwenden würden, die aus der Vergleichung von Reizverhältnissen in disparaten Sinnesgebieten sich ergeben, Probleme, die allein auf der Grundlage der Spannungstheorie gelöst werden können. Die oben dargestellten Versuche wollten ja nicht mehr sein als der tastende Anfang ihrer Bearbeitung.

Noch in anderer Weise aber gewinnt die dargestellte Auffassung der Empfindungsmessung und Distanzvergleichung für uns Bedeutung. Es schliesst sich damit eine Lücke in derjenigen Theorie des psychophysischen Lebens, welche, von aller Metaphysik sich fernhaltend, jegliche psychische Veränderung nicht als Veränderung des Bewusstseins, sondern als Veränderung des Bewusstseinsinhaltes auffasst und jede Aenderung des Bewusstseinsinhaltes als Begleiterscheinung eines physisch bedingten Gehirnvorganges ansieht. Wir haben früher gesehen, welche Gründe uns zu dieser Theorie führten, ja wie nur unter ihrer Voraussetzung eine, den Thatsachen der Geisteswissenschaften und denen der Naturwissenschaft gleichmässig gerecht werdende, Auffassung des psychophysi-

schen Lebens möglich ist. Wer nicht nur dem physisch bedingten Bewusstseinsinhalt, sondern auch dem aller Existenz als konstante Bedingung vorausgedachten physisch unbedingten Bewusstsein eigene Leistungen und Aenderungen zuschreibt, die den Bewusstseinsinhalt beeinflussen können, durchreisst damit den Kausalzusammenhang der Natur. Es galt daher zu prüfen, ob solcher konsequenten Theorie wirklich unüberwindliche Hindernisse entgegenstehen; diesem allgemeinsten Zwecke wollten sich unsere Experimente unterordnen und auf den verschiedensten Gebieten sahen wir, als Resultat der Versuche Thatsachen, welche von der herrschenden Theorie überhaupt nicht erklärt werden konnten, in unsere Theorie sich dagegen aufs einfachste einordnen liessen.

Die vorliegende Arbeit griff nun ebenfalls eine Spezialfrage heraus, die unserer Theorie Schwierigkeiten zu machen schien, die Frage nach der Schätzung der Empfindungsunterschiede. Nach der üblichen Auffassung, die dem Bewusstsein, d. h. der transcendentalen Apperception die verschiedenartigsten Leistungen beilegt, kommt der Empfindung gewissermassen eine vom auffassenden Subjekt unabhängige Sonderexistenz zu, so dass die Empfindung unverändert bleibt, während sich die Auffassung derselben ändert. Durch Aufmerksamkeit, durch Ermüdung, durch Affekt, durch Kontrast u. s. w. soll sich die Empfindungsschätzung ändern können, während die Empfindung dieselbe bleibt. Aus unseren früheren Untersuchungen hat sich ergeben, dass davon nicht die Rede sein kann; dass wir die Empfindung überhaupt nur so annehmen können, wie wir sie in unserer Schätzung finden und wirkt die Aufmerksamkeit, die Ermüdung u. s. w. auf die Empfindung ein, so wird thatsächlich nicht das auffassende Subjekt, sondern das Objekt, die Empfindung selbst eine andere. Das, was die von der Schätzung unabhängige Empfindung sein soll, ist nicht das psychische Korrelat der Gehirnerregung, denn diese geht eben der geschätzten Empfindung parallel, sondern das wäre ein absolut nicht existierende-

psychisches Korrelat der zum Gehirn gelangenden Nervenerregung.

Nur in einer Beziehung schien dennoch das Bewusstsein gegenüber dem Bewusstseinsinhalt, den Empfindungen freischaltend thätig: die Schätzung der Empfindungsunterschiede. Mag jede Empfindung und Empfindungsänderung auch physisch bedingter Bewusstseinsinhalt sein; die Beurteilung, wie weit die Empfindungen voneinander abliegen, ob die Distanzen gleich sind oder nicht, das kann unmöglich selbst wieder Bewusstseinsinhalt sein, das ist Funktion des Bewusstseins. Wer, wie unsere Theorie es will, das Bewusstsein ohne aktive Leistung auf die passive Wahrnehmung des gebotenen Inhaltes beschränkt, der hat in der That die Pflicht, sich darüber auszusprechen, wie denn nun die Unterschiedsmessung zwischen verschiedenen Empfindungen möglich sein soll.

Die dargestellten Experimente über Vergleichung von Reizpaaren in disparaten Sinnesgebieten haben nun ein entscheidendes Wort gesprochen. Sie lehrten, dass solche, bisher nie versuchte Vergleichung in exaktester Weise möglich ist. Wir haben hier nicht zu resumieren, was diese Vergleichung uns alles leistet und was sie versprach, nur das ist uns hier entscheidend, dass sie zu energischem Bruch mit der üblichen Auffassung führen musste, denn unmöglich können wir glauben, zwei gleiche Empfindungsdifferenzen vor uns zu haben, wenn wir den Unterschied zweier Lichtstärken dem Unterschied zweier Schallstärken gleich empfanden. Wir mussten vielmehr einsehen, dass der Unterschied zwischen den Empfindungen selbst hier nicht in Frage kommen kann, da sonst ein Lichtempfindungsunterschied stets nur gleich einem Lichtempfindungsunterschied sein könnte, dass vielmehr ein anderer Faktor hinzutreten muss, der den Uebergang von einer Empfindung zur anderen bei beiden Reizpaaren in gleicher Weise begleitet.

Eine grosse Reihe konvergierender Thatsachen bewies

uns nun, dass dieser Faktor derselbe ist, welcher aller physikalischen Messung von Raum, Zeit und Masse zu Grunde liegt, nämlich die Muskelempfindung. Jeder Reiz ruft sekundäre reflektorische Muskelspannungen hervor, die successive Wahrnehmung zweier verschiedener Reize bedingt mithin eine Spannungsänderung und diese Spannungsänderung erzeugt eine Spannungsempfindung, so dass die Vorstellung des Reizpaares eine Synthese aus den beiden Reizwahrnehmungen und der peripher angeregten Spannungsempfindung ist. Bieten sich uns zwei Reizpaare dar, gleichviel ob in demselben oder in verschiedenen Sinnesgebieten, so empfinden wir den Empfindungsunterschied beide Mal als gleich, wenn in beiden Vorstellungen die Spannungsempfindung identisch ist. Unsere Distanzschätzung zwischen Empfindungen ist mithin auch nichts anderes als die passive Wahrnehmung von Spannungsempfindungen, welche durch die, von den Reizen reflektorisch ausgelösten Spannungsänderungen in unserer Muskulatur, auf centripetalem Wege angeregt werden. Die Gesetze der Muskelthätigkeit bedingen es, dass die Spannungsänderungen und dementsprechend die Unterschiedsempfindungen dann gleich sind, wenn die Reize in gleichem Verhältnis stehen. Kurz, alle jene Leistungen der Empfindungsvergleichung, welche das unanfechtbare Privilegium der Apperception erschienen, ergeben sich als Funktionen des psychophysischen Reflexmechanismus, dessen Leistungen vom Bewusstsein passiv wahrgenommen werden, und damit ist die wesentlichste Lücke einer konsequenten psychophysischen Theorie geschlossen.

